L'astronomie Populaire

Livre premier



Par Camille Flammarion

Astronomie populaire

Description général du ciel

Initiation à l'astronomie

Livre premier

Par Camille Flammarion

Merci à la Bnf pour le manuscrit original

Tables des matières

Chapitre I _____ 6
La terre dans le ciel _____ 6
ORIGINES DE L'ASTRONOMIE _____ 11
ISOLEMENT DE LA TERRE DANS L'ESPACE _____ 14
MOUVEMENT DE LA TERRE DANS L'ESPACE _____ 15
LES DIX PRINCIPAUX MOUVEMENTS DE LA TERRE _____ 17
LA SOTTISE HUMAINE _____ 20
CHAPITRE II _____ 22
Comment la Terre tourne sur _____ 22
elle-même et autour du Soleil. _____ 22
Le jour et la nuit. _____ 22
Les heures. Les méridiens. L'année et le calendrier. _____ 22
LE JOUR ET LA NUIT _____ 24
LA ROTATION DE LA TERRE _____ 26
LES DIFFERENTES HEURES _____ 27
ROTATION DIURNE DE LA TERRE _____ 30
LA MESURE DU TEMPS _____ 33
L'HEURE LES CADRANS SOLAIRE _____ 36
L'ANNEE ET LE CALENDRIER _____ 39
ROTATION DIURNE DU GLOBE. LES JOURS DE L'ANNEE _____ 42
CHAPITRE III _____ 44
Comment la Terre tourne autour du Soleil. _____ 44
Inclinaison de l'axe. _____ 44
Saisons. Climats. _____ 44
TRANSLATION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL. CLIMATS _____ 44
DIVISIONS DE LA TERRE EN CINQ ZONES _____ 57
MOUVEMENT DIURNE DES ÉTOILES AUTOUR DU POLE _____ 61
INSTRUMENTS FONDAMENTAUX D'UN OBSERVATOIRE _____ 64

CHAPITRE IV ____ 68

Les dix principaux mouvements de la Terre. ____ 68

La précession des équinoxes. ____ *68*

PRECESSION DES EQUINOXES. LE MONDE DANS 25000 ANS ____ *74*

LES GRANDES RÉVOLUTIONS SIDÉRALES ____ *75*

LE ZODIAQUE. L'ÉQUINOXE ____ *77*

LA ZODIAQUE. – L'ÉQUINOXE. - VARIATION DE L'ANNÉE ____ *79*

CHAPITRE V ____ 82

Suite et fin des dix principaux mouvements de la Terre. ____ 82

CHAPITRE VI ____ 91

La Terre, planète et monde. Démonstration théorique et pratique des mouvements ____ 91

de notre globe. ____ 91

La vie sur la Terre. ____ 91

SPHÉRICITÉ DU GLOBE. — LA PESANTEUR ____ *93*

PREUVES POSITIVES DES MOUVEMENTS DE LA TERRE ____ *94*

LA TERRE, PLANÈTE ET MONDE ____ *110*

LA VIE SUR LA TERRE ____ *113*

CHAPITRE VII ____ 120

Comment la Terre s'est-elle formée? Son âge, sa durée. L'origine et la fin des mondes. ____ 120

ORIGINE DE LA TERRE ET DES AUTRES MONDES ____ *122*

COSMOGONIE ____ *126*

THEORIE DE LA FORMATION DES MONDES ____ *128*

LES PREMIERS AGES DE LA TERRE ____ *129*

LA FIN DU MONDE ____ *135*

Avant propos

Un cadeau est toujours apprécié pour fidéliser les visiteurs d'un site internet. Vous pouvez offrir ce livre et l'annoncer sur les listes de diffusion, forum ou newsletter. Ce qui fera venir beaucoup de visiteurs et permettra aussi de visiter vos autres produits.

En revanche, il est strictement interdit de le vendre.

Éric Cordier

AUX GÉNIES IMMORTELS

DE

COPERNIC, GALILÉE, KEPLER, NEWTON

QUI ONT OUVERT A L'HUMANITÉ LES ROUTES DE L'INFINI

A FRANÇOIS ARAGO

FONDATEUR DE L'ASTRONOMIE POPULAIRE

Chapitre I
La terre dans le ciel

N'est-il pas agréable d'exercer notre esprit dans la contemplation des grands spectacles de la nature? N'est-il pas utile de savoir au moins sur quoi nous marchons, quelle place nous occupons dans l'infini, quel est ce soleil dont les rayons bienfaisants entretiennent la vie terrestre, quel est ce ciel qui nous environne, quelles sont ces nombreuses étoiles qui pendant la nuit obscure répandent dans l'espace leur silencieuse lumière? Cette connaissance élémentaire de l'univers, sans laquelle nous végéterions comme les plantes, dans l'ignorance et l'indifférence des causes dont nous subissons perpétuellement les effets, nous pouvons l'acquérir, non-seulement sans peine, mais encore avec un plaisir toujours grandissant. Loin d'être une science isolée et inaccessible, l'Astronomie est la science qui nous touche de plus près, celle qui est la plus nécessaire à notre instruction générale, et en même temps celle dont l'étude offre le plus de charmes et garde en réserve les plus profondes jouissances. Elle ne peut pas nous être indifférente, car elle seule nous apprend où nous somme et ce que nous sommes; de plus, elle n'est pas hérissée de chiffres, comme de sévères savants voudraient le faire croire ; les formules algébriques ne sont que des échafaudages analogues à ceux qui ont servi à construire un palais admirablement conçu : que les chiffres tombent, et le palais d'Uranie resplendit dans l'azur, offrant aux yeux émerveillés toute sa grandeur et toute sa magnificence!

Ce n'est pas à dire pour cela que la lecture d'un ouvrage d'astronomie descriptive ne réclame qu'un esprit inattentif; un tel livre, au contraire, quoique d'un intérêt naturellement plus réel et plus attachant qu'un roman, doit être lu avec attention, et ce n'est qu'à ce prix que les notions qu'il renferme peuvent laisser une instruction scientifique durable. Mais, tandis qu'en achevant la dernière page d'un roman on en sait juste autant qu'avant de commencer la première, il faudrait être aveugle ou formé à toute conception intellectuelle pour que la lecture d'un ouvrage de science n'étendit pas admirablement la sphère de nos connaissances et n'élevât pas de plus en plus le niveau de

notre jugement. On peut même faire la remarque qu'à notre époque il serait inouï qu'un esprit, tant soit peu cultivé, restât dans l'ignorance des vérités absolues révélées par les grandioses conquêtes de l'Astronomie moderne.

Quels immenses progrès la sublime science du ciel n'a-t-clle pas accomplis en ces dernières années! L'un des plus beaux ouvrages écrits sur elle est, sans contredit, *l'Astronomie populaire* de François Arago. Notre vénéré maître, le véritable fondateur de l'Astronomie populaire, a quitté ce monde en 1853 ; il y a déjà plus d'un quart de siècle que nous avons déposé nos couronnes d'immortelles sur son tombeau. Combien la Terre tourne vite! et que nos années sont rapides! Ce quart de siècle néanmoins a réalisé à lui seul plus de progrès que le demi-siècle précédent. L'Astronomie a été transformée dans toutes ses branches. Les étoiles ont révélé leur constitution chimique aux investigations hardies et infatigables du spectroscope; la comparaison de toutes les observations faites sur les étoiles doubles a fait connaître la vraie nature de ces systèmes et l'importance de leur rôle dans l'univers ; les soleils qui brillent dans les profondeurs de l'infini se montrent animés de vitesses rapides les emportant à travers toutes les directions de l'immensité-, les nébuleuses nous font admirer aujourd'hui, dans le champ télescopiquedes puissants instruments récemment construits, d'immenses et inénarrables agglomérations de soleils; les comètes vagabondes ont laissé surprendre les secrets de leur formation chimique et leur parenté avec les étoiles filantes; les planètes sont descendues jusqu'à notre portée, et déjà, les rapprochant de nous à une proximité étonnante, nous avons pu découvrir leur météorologie, leur climatologie, et môme dessiner des cartes géographiques qui représentent leurs continents et leurs mers; le Soleil a dévoilé sa constitution physique et projette sous nos yeux ses tempêtes et ses éruptions fantastiques, palpitations formidables du cœur de l'organisme planétaire; la Lune laisse photographier ses paysages et descend à quelques lieues de notre vision stupéfaite ! Tant d'admirables progrès renouvellent entièrement l'ensemble déjà si imposant de nos connaissances astronomiques. D'une part, la science s'est enrichie et transformée ; d'autre part, elle est devenue moins aride et moins égoïste, plus philosophique et plus populaire.

Quels merveilleux résultats! quelles splendeurs à contempler! quels champs magnifiques à parcourir ! quelle série de tableaux

à admirer, dans ces nobles et pacifiques conquêtes de l'esprit humain, sublimes conquêtes, qui n'ont coûté ni sang ni larmes, et qui font vivre l'àme clans la lumière et dans la beauté !

Malgré ces éclatants progrès, il m'eût paru téméraire, néanmoins, de publier une nouvelle « Astronomie populaire » après l'œuvre considérable d'Arago, si vingt années de travaux astronomiques et de libre discussion ne m'y avaient directement préparé, si déjà plus de deux cent mille exemplaires de mes différents ouvrages répandus dans le public ne m'avaient montré l'opportunité d'une publication destinée à répandre sous la forme la plus populaire le goût de cette science magnifique, et si tant de milliers de lecteurs ne m'avaient, par leur sympathie toujours grandissante, encouragé à la réalisation de ce projet, — réalisation qui paraît désirable et utile, quoique déjà de belles publications, notamment celles de MM. Guillemin, Dolaimay, Faye, Dubois, Liais (pour ne parler que des auteurs français) aient, en ces dernières années, propagé sous diverses formes la vulgarisation astronomique. J'ose présenter néanmoins cette œuvre-ci comme absolument nouvelle dans sa méthode d'exposition et dans son caractère; son but le plus cher est d'être tout à fait populaire, sans cesser d'être scrupuleusement exacte, et digne de la science incomparable à laquelle elle est consacrée.

L'Astronomie nous offre actuellement, d'ailleurs, l'exemple de l'une de ces transformations radicales qui font époque dans l'histoire des sciences.

Elle sort du chiffre pour devenir vivante. Le spectacle de l'univers se transfigure devant nos esprits émerveillés. Ce ne sont plus des blocs inertes roulant en silence dans la nuit éternelle que le doigt d'Uranie nous montre au fond des cieux : c'est la vie, la vie immense, universelle, éternelle, se déroulant en flots d'harmonie jusqu'aux horizons inaccessibles de l'infini qui fuit toujours.

La science des astres cesse d'être la secrète confidente d'un petit nombre d'initiés; elle pénètre toutes les intelligences; elle illumine la nature ; elle montre que sans elle l'homme aurait toujours ignoré la place qu'il occupe clans l'ensemble des choses, et que son étude, au moins élémentaire, est indispensable à toute instruction qui veut être sérieuse; elle

devient enfin véritablement universelle, et chacun sent aujourd'hui le besoin de se rendre compte de LA REALITE.

De toutes les vérités que l'astronomie nous révèle, la première, la plus importante pour nous et celle qui doit nous intéresser tout d'abord, c'est sa révélation relative à la planète que nous habitons, à sa forme, à sa grandeur, à son poids, à sa position et à ses mouvements. C'est par l'étude de la Terre qu'il convient aujourd'hui de commencer l'étude du ciel, car en réalité c'est la situation de notre globe dans l'espace et ce sont ses mouvements qui ont fondé l'astronomie ancienne, et c'est *h* la connaissance exacte de notre planète que l'astronomie moderne nous conduit. L'observation va nous montrer que, loin d'être fixe au centre du monde, la Terre, emportée par le Temps, poussée vers un but qui fuit toujours, roule avec rapidité clans l'espace, entraînant dans les ch imps de l'immensité les générations écloses à sa surface.



Emportée par le Temps, poussée vers un but qui fuit toujours, la Terre roule avec rapidité dans l'espace....

ORIGINES DE L'ASTRONOMIE

L'humanité tout entière s'est trompée pendant des milliers d'années sur la nature de la Terre, sur sa vraie place dans l'infini, et sur la construction générale de l'univers. Sans l'astronomie, elle se tromperait encore aujourd'hui, et actuellement on peut avouer que quatre-vingt-dix-neuf personnes sur cent se font une fausse idée de notre monde et de ses mouvements, simplement parce qu'elles ignorent les éléments de l'astronomie.

La Terre nous parait être une plaine immense, accidentée de mille variétés d'aspects et de reliefs, collines verdoyantes, vallées fleuries, montagnes plus ou moins élevées, cours d'eau serpentant dans les plaines, lacs aux frais rivages, vastes mers, campagnes variées à l'infini. Cette Terre nous paraît fixe, assise pour l'éternité sur des fondations séculaires, couronnée d'un ciel tantôt pur, tantôt nuageux, étendue pour former la base inébranlable de l'univers. Le Soleil, la Lune,les étoiles, semblent tourner au-dessus d'elle. D'après toutes ces apparences, l'homme s'est cru facilement le centre et le but de la création, vaniteuse présomption qu'il a conservée d'autant plus longtemps qu'il n'y avait personne pour le contredire.

Pendant les longs siècles de l'ignorance primitive, où la vie entière de l'homme était consumée en préoccupations matérielles, les seuls effets de son imagination naissante tendaient à le garantir des injures de la nature extérieure, à le défendre contre ses ennemis et à accroître son bien-être physique. Mais bientôt des esprits supérieurs firent progresser la civilisation morale en môme temps que la civilisation matérielle. L'intelligence se développa lentement, et le jour vint où, dans les plaines lumineuses de l'Orient, alors fécondes, aujourd'hui stériles, alors peuplées, aujourd'hui désertes, quelques hommes d'élite commencèrent à observer le cours des astres et à fonder l'astronomie des apparences. Ce ne furent d'abord que de simples remarques faites par despasteurs de l'Himalaya après le coucher du Soleil et avant son lever : les phases de la Lune et le retard diurne de cet astre sur le Soleil et sur les étoiles, le mouvement apparent du ciel étoile, s'accomplissant silencieusement au-dessus de nos têtes, le

déplacement des belles planètes à travers les constellations, l'étoile filante qui semble se détacher des cieux,les éclipses de Soleil et de Lune, mystérieux sujets de terreur, les comètes bizarres qui apparaissent éclicvclées dans les hauteurs du ciel, tels furent les premiers sujets de ces observations amiqucs faites il y a des milliers d'années. L'astronomie est la plus ancienne des sciences. Avant même d'avoir inventé l'écriture et commencé l'histoire, les hommes examinaient déjà le ciel et jetaient les buses d'un calendrier primordial. Lus observations primitives ont été perdues par les révolutions des peuples; nous en possédons encore, néanmoins, de fort respectables par leur antiquité, entre autres celle de l'étoile polaire, faite en Chine 2850 ans avant notre ère, celle d'une éclipse de Soleil faite en Egypte l'an 2720, celle d'une étoile de la constellation de l'Hydre faite l'an 2300. Il y a au moins cinq mille ans que notre semaine actuelle de sept jours a été formée, et, depuis plusieurs milliers d'années aussi, chaque jour a pris le nom des sept astres mobiles connus des anciens, le Soleil, la Lune, Mars, Mercure, Jupiter, Vénus et Saturne.



L'astre qui brille au ciel, c'est la Terre vue de Vénus.

A l'époque d'Homère (environ neuf cents ans avant notre ère), on croyait que la Terre, entourée du fleuve *Okéanos*,'remplissait de sa masse la moitié inférieure de la sphère du monde, tandis que la moitié supérieure s'étendait au-dessus, et que *îlèlios* (le Soleil) éteignait chaque soir ses feux pour les rallumer le matin, après s'être baigné dans les eaux profondes de l'Océan. D'après les plus anciennes conceptions, fondées sur les illusions qu'un esprit inculte partage avec l'enfant, il ne devait y avoir aucune continuité entre le ciel de la nuit, où brillent les étoiles, et le ciel sur

lequel s'était répandue la clarté du jour. Celui qui osa le premier soutenir que pendant le jour le ciel est parsemé d'étoiles commepen-dant la nuit, et que, si nous ne les y voyons pas, c'est parce qu'elles sont éclipsées par la lumière du Soleil, celui-là fut certainement un observateur plein de génie et de hardiesse. Plusieurs astronomes grecs croyaient môme encore, ilya deux mille

ans, que les étoiles étaient des feux nourris par les exhalaisons de la Terre.



La Terre dans l'espace.

ISOLEMENT DE LA TERRE DANS L'ESPACE

On fut bientôt forcé de remarquer que le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles se lèvent et se couchent, et que, pendant les heures qui séparent leur coucher de leur lever, il faut absolument que ces astres passent sous la Terre. *Sous la Terre !* Quelle révolution dans ces trois mots! Jusqu'alors on avait pu supposer le monde prolongé à l'infini au-dessous de nos pieds, solidement fondé pour toujours, et, sans comprendre cette étendue infinie de la matière, on avait pu se reposer dans l'ignorance et croire à l'inébranlable solidité de la Terre. Mais, puisque les courbes décrites par les astres au-dessus de nos tètes se continuent, après leur coucher, au-dessous de l'horizon, pour remonter ensuite au levant, il fallut imaginer la Terre percée de part en part de galeries assez vastes pour y laisser passer les célestes flambeaux. Les uns représentèrent notre séjour sous la forme d'une table circulaire portée sur douze colonnes; les autres sous la forme d'un dôme posé sur le dos de quatre éléphants d'airain ; mais l'idée de faire soutenir le monde, soit par des montagnes, soit autrement, ne faisait que reculer la difficulté, car ces montagnes, ces colonnes, ces éléphants, devaient à leur tour reposer sur une fondation inférieure. Comme, d'ailleurs, le ciel tout entier se montre tournant tout d'une pièce autour de nous, les subterfuges inventés pour conserver à la Terre quelque chose de sa stabilité première durent disparaître par la force des choses, et l'on fut obligé d'avouer que *la Terre est isolée de toutes* parts.

Hésiode, contemporain d'Homère, croyait la Terre soutenue comme un disque à égale distance entre la voûte du ciel et la région des enfers, distance mesurée un jour, prétend-il, par l'enclume de Vulcain, qui aurait employé neuf jours et neuf nuits pour tomber du Ciel sur la Terre, et le même temps pour tomber de la Terre au Tartare. Ces idées dominèrent pendant bien longtemps les conceptions humaines sur la construction de l'univers.

Mais le flambeau du progrès était allumé et ne devait plus s'éteindre. Les développements de la géographie prouvèrent que notre monde a la forme d'une sphère. On se représenta donc la Terre comme une boule énorme, placée au centre de l'univers, et l'on fit tourner autour de nous, suivant des cercles échelonnés l'un au delà de l'autre, le Soleil, la Lune, les planètes et les étoiles, comme les apparences l'indiquaient.

Pendant deux mille ans environ, les astronomes observèrent attentivement les révolutions apparentes des corps célestes, et cette étude attentive leur montra peu à peu un grand nombre d'irrégularités et de complications inexplicables, jusqu'au jour où l'on reconnut qu'on se trompait sur la position de la Terre comme on s'était trompé sur sa stabilité. L'immortel Copernic, en particulier, discuta avec persévérance l'hypothèse du mouvement de la Terre, déjà soupçonnée deux mille ans avant lui, mais toujours repoussée par l'amour-propre de l'homme, et,.lorsque ce savant chanoine polonais fit ses adieux à notre monde, en l'année 1513, il légua à la science son grand ouvrage, qui démontrait clairement l'erreur séculaire de l'humanité.

MOUVEMENT DE LA TERRE DANS L'ESPACE

Le globe terrestre tourne sur lui-même en vingt-quatre heures, et ce mouvement fait tourner en apparence le ciel entier autour de nous : voilà la première vérité démontrée par Copernic et le premier fait que nous aurons à examiner. Il importe, du reste, de commencer précisément notre étude astronomique par l'examen général de la position de la Terre dans l'espace et de l'ensemble de ses mouvements.

En effet, ce mouvement de rotation diurne n'est pas le seul dont la Terre soit animée. Emportée par la puissance de la gravitation, elle vogue autour du Soleil, à la distance de 148 millions de kilomètres, en une longue révolution qu'elle emploie une année à parcourir.

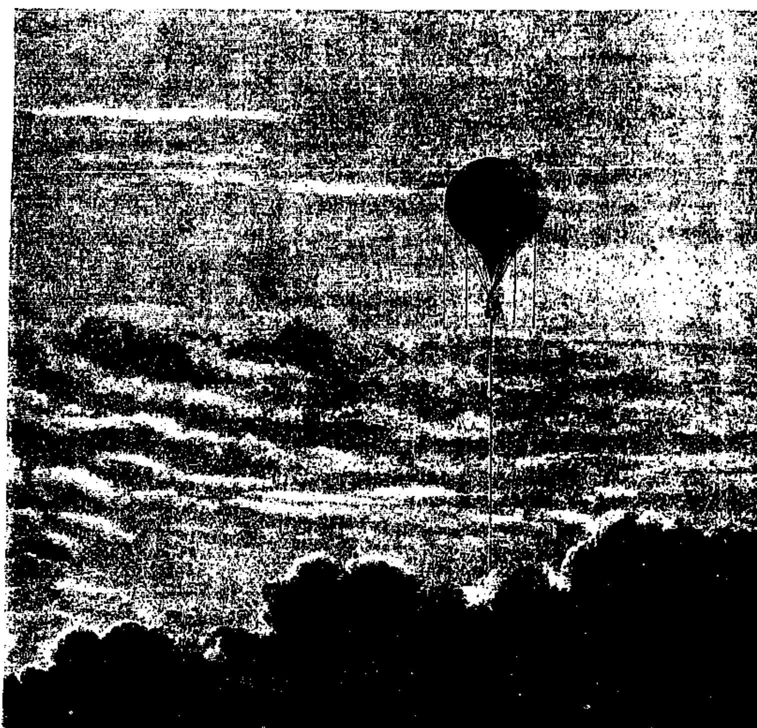
Pour accomplir, comme elle le fait, en 365 jours un quart cet immense parcours autour du Soleil, notre sphère est obligée de courir dans l'espace en raison de 643 000 lieues par jour, ou 100 000 kilomètres à l'heure, ou 29 kilomètres par seconde! C'est là un fait mathématique absolument démontré. Six méthodes différentes et indépendantes l'une de l'autre se sont accordées pour constater que la distance du Soleil est de 118 millions de kilomètres; or la Terre vogue à cette distance en une révolution intégralement parcourue en une année précise. Le calcul est facile.

Nous voguons donc dans l'immensité avec une vitesse onze cents fois plus rapide que celle d'un train express. Comme nu tel train va onze cents fois pins vite qu'une tortue, si l'on pouvait

lancer une locomotive à la poursuite de la Terre clans l'espace, c'est exactement comme si l'on envoyait une tortue courir après un train express! Cette vitesse de notre globe sur sa route céleste est 75 fois plus rapide que celle d'un boulet de canon.

Un être placé dans l'espace, non loin de l'orbite idéale que la Terre parcourt dans sa course rapide, frissonnerait de terreur en la voyant arriver sous la forme d'une étoile grandissante, s'approcher, lune épouvantable, couvrir le ciel entier de son dôme, traverser sans arrêt le champ de sa vision enrayée, rouler sur elle-même, et s'enfuir comme l'éclair en se rapetissant dans les profondeurs béantes de l'espace...

C'est sur ce globe mobile que nous sommes, à peu près dans la même situation matérielle que des grains de poussière adhérents à la surface d'un énorme boulet de canon lancé dans l'immensité... Partageant absolument tous les mouvements du globe, avec tout ce qui nous entoure, nous ne pouvons pas sentir ces mouvements, et l'on n'a pu les constater que par l'observation des astres qui ne les partagent pas. Divin mécanisme sidéral, la force qui transporte notre planète



Combien de fois n'ai-je pas comparé la marche glorieuse de l'aérostat à celle de la Terre dans l'espace

s'exerce sans efforts, sans frottements et sans chocs, au sein du silence absolu des cioux éternels. Plus douce que la barque sur le fleuve limpide, plus douce que la gondole abandonnée au miroir des lagunes de Venise, la Terre glisse majestueusement sur son orbite idéale, ne laissant apercevoir aucune trace de la force formidable qui la conduit. Ainsi, mais avec moins de perfection encore, glisse l'aérostat solitaire au sein de l'air transparent. Combien de fois, confié à la nacelle du navire aérien, soit pendant les heures lumineuses du jour au-dessus des campagnes verdoyantes, soit pendant la nuit obscure, à la mélancolique clarté de la lune et des étoiles, combien de fois n'ai-je pas comparé la marche glorieuse de l'aérostat dans l'atmosphère à celle de la Terre dans l'espace ! (*)

LES DIX PRINCIPAUX MOUVEMENTS DE LA TERRE

Malgré les apparences, *lu Terre est donc un astre du ciel*, comme la Lune, comme les autres planètes, qui ne sont pas plus lumineuses qu'elle en réalité, et ne brillent dans le ciel que parce qu'elles sont illuminées par le soleil. Vue de loin dans l'espace, la Terre brille comme la Lune; vue de plus loin, comme une étoile. Vue de Vénus et Mercure, elle est la plus brillante étoile du ciel *(Voy.* p. 8.)

Le mouvement de translation de notre globe autour du Soleil produit pour nous la succession des saisons et des années; son mouvement de rotation sur lui-même produit la succession des jours et des nuits. Nos divisions du temps sont formées par ces deux mouvements. Si la Terre ne tournait pas, si l'Univers était immobile, il n'y aurait ni heures, ni jours, ni semaines, ni mois, ni saisons, ni années, ni siècles!... Mais le monde marche.

Les deux mouvements que nous venons de remarquer sont les plus. importants pour nous, mais ce ne sont pas les seuls dont notre globe soit animé. La Terre, en effet, est portée dans le ciel et mue en divers sens par plus de DIX mouvements différents, dont voici les principaux :

Et d'abord notre globe ne roule pas comme le ferait un boulet sur une route, c'est-à-dire en conservant horizontal l'axe idéal autour duquel le mouvement de rotation s'effectue ; il ne se transporte pas non plus dans l'espace en ayant son axe vertical, comme le ferait une toupie glissant toute droite sur le parquet; son axe de rotation n'est ni droit ni couché, mais incliné d'une certaine quantité, et cette inclinaison reste la même pendant toute l'année, de sorte que la

Terre se transporte autour du Soleil en conservant toujours la même inclinaison de mouvement par rapport à lui. Son axe de rotation reste parallèle à lui-même pendant tout le cours de la révolution annuelle et son extrémité nord reste constamment dirigée vers un point fixe du ciel, voisin de l'étoile polaire. Mais lentement, de siècle en siècle, cet axe tourne lui-même, comme un doigt qui, dirigé vers une étoile, tracerait lentement un cercle dans le ciel, de sorte que le pôle se déplace parmi les étoiles, et, dans l'espace de 1260 siècles, il décrit un cercle complet. L'étoile polaire actuelle s'éloignera bientôt du pôle; dans douze mille ans, ce sera la brillante étoile de la Lyre qui sera au pôle, comme elle y était il y a quatorze mille ans. Ce mouvement séculaire est celui de la *précession des équinoxes.* Voilà donc un troisième mouvement, bien plus lent que les deux premiers.

(Le lecteur est prié de ne pas s'inquiéter en ce moment s'il ne comprend pas absolument tous les termes employés : il ne s'agit ici que d'un aspect général, et le tout sera expliqué un peu plus loin.)

Un quatrième mouvement, dû à l'action de la Lune et nommé *nutation,* fait décrire à l'axe du monde de petites ellipses rapides tracées sur la sphère céleste en dix-huit années.

Un cinquième mouvement fait osciller lentement l'inclinaison de l'axe, qui est actuellement de 23 degrés, ou du quart d'un angle droit; elle diminue maintenant pour se relever dans les siècles futurs; cette oscillation séculaire se nomme la variation de *l'obliquité de l'écliptique.*

Un sixième mouvement fait varier la courbe que notre planète décrit autour du Soleil, courbe non circulaire, mais elliptique ; suivant les siècles, l'ellipse se rapproche plus ou moins du cercle. On appelle ce mouvement *la variation de V excentricité.*

Dans cette ellipse, dont le Soleil occupe un des foyers, le point le plus rapproché de l'astre lumineux se nomme le périhélie; la Terre y passe actuellement le 1er janvier. Un septième mouvement déplace aussi ce point. En l'an 4000 avant notre ère, la Terre s'y trouvait le 21 septembre, et, en l'an 1250 de notre ère, le 21 décembre. Le périhélie arrivera le 21 mars en l'an 6590; le 22 juin en l'an 11910, et enfin, en l'an 17000, il sera revenu au point où il était il y a quatre mille ans. Durée 210 siècles. C'est la variation séculaire du *Périhélie.*

(*) Voy. mes *Voyages aériens,* Paris, Hachete, 1870.

Ce n'est pas tout encore.

Un huitième mouvement, causé par l'attraction variable des planètes, dérange encore tous les précédents, en produisant des *perturbations* de différents ordres.

Un neuvième déplace le Soleil du foyer géométrique de l'ellipse terrestre, et déplace en môme temps le centre de la révolution annuelle de la Terre.

Enfin, un dixième mouvement, plus considérable encore que tous les précédents, emporte le Soleil à travers l'infini, et avec lui la Terre ainsi que toutes les autres planètes. Depuis qu'il existe, *notre* globe n'est pas passé deux fois au même endroit, et il ne reviendra jamais au point où nous nous trouvons actuellement; nous tombons dans l'infini en décrivant une série de spirales sans cesse modifiées.

LA SOTTISE HUMAINE

Ces mouvements seront expliqués en détail dans le chapitre suivant. L'important était de les *signaler* tout de suite, afin que nous soyons une fois pour toutes affranchis de tout préjugé sur la prétendue importance de notre monde, afin que nous sentions bien surtout que notre patrie est tout simplement un globe mobile emporté dans l'espace, véritable jouet des forces cosmiques, courant à travers le vide éternel vers un but qu'elle ignore, subissant dans sa marche inconstante les oscillations les plus variées, se balançant dans l'infini avec la légèreté d'un atome de poussière dans un rayon de soleil, volant avec une vitesse vertigineuse au-dessus de l'abîme insondable, et nous emportant tous, depuis des milliers d'années, et pendant bien des milliers d'années encore, dans une destinée mystérieuse, que l'esprit le plus clairvoyant ne peut discerner, au delà de l'horizon toujours fuyant de l'avenir.

Il est impossible de considérer froidement cette réalité sans être frappé de l'étonnante et inexplicable illusion dans laquelle sommeille la majeure partie de l'humanité. Voilà un petit globe qui tourbillonne dans le vide infini; autour de ce globule végètent 1400 millions de mites raisonneuses, sans savoir ni d'où elles viennent ni où elles vont, chacune d'elles, d'ailleurs, ne naissant que pour mourir assez vite; et cette pauvre humanité a résolu le problème, non de vivre heureuse dans le soleil de la nature, mais de souffrir constamment par le corps et par l'esprit. Elle ne sort pas de son ignorance native, ne s'élève pas aux jouissances intellectuelles de l'art et de la science, et se tourmente perpétuellement d'ambitions chimériques. Étrange organisation sociale! Elle s'est partagée en troupeaux livrés à des chefs, et l'on voit de temps en temps ces troupeaux, atteints d'une folie furieuse, se déchaîner les uns contre les autres, et l'hydre infâme de la Guerre moissonner les victimes, qui tombent comme les épis mûrs sur les campagnes ensanglantées : quarante millions d'hommes sont égorgés régulièrement chaque siècle pour maintenir le partage microscopique du petit globule en plusieurs fourmilières!..

Lorsque les hommes sauront ce que c'est que la Terre, et connaîtront la modeste situation de leur planète dans l'infini; lorsqu'ils apprécieront mieux la grandeur et la beauté de la nature; ils ne seront plus aussi fous, aussi matériels d'une part, aussi crédules d'autre part; mais ils vivront en paix, dans l'étude féconde du Vrai, dans la contemplation du Beau, dans la pratique du Bien, dans le développement progressif de la raison, dans le noble exercice des facultés supérieures de l'intelligence.

CHAPITRE II
Comment la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Le jour et la nuit. Les heures. Les méridiens. L'année et le calendrier.

Nous allons étudier en détail tous les mouvements de la Terre.

Nous suivons pas la méthode ordinaire des traités d'astronomie qui commencent par décrire les apparences, dont ils sont obligés ensuite de démontrer la fausseté. Commençons tout de suite parla réalité.

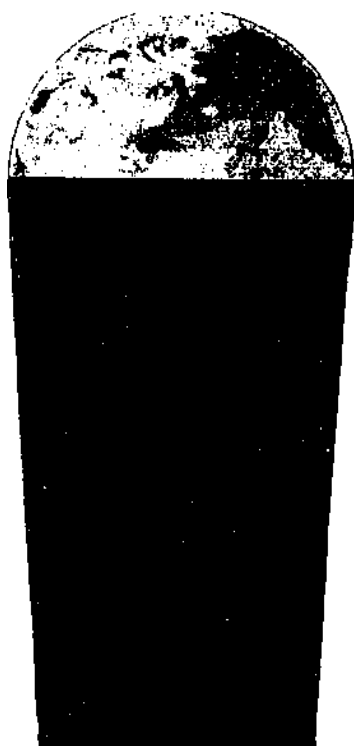
Il n'y a rien de plus curieux que ces mouvements et leurs conséquences sur notre vie matérielle comme sur les jugements de notre esprit. Ce sont eux qui constituent la mesure du temps, et notre vie tout entière est réglée par cette mesure. La durée môme de notre existence, les périodes qui la partagent, les fonctions qui l'occupent, notre calendrier annuel comme les époques de l'histoire, sont autant d'effets intimement liés aux mouvements de la Terre. Etudier ces mouvements, c'est étudier le principes mêmes de la biologie humaine.

Quelle inépuisable variété distingue les mondes les uns des autres! Sur la Lune, par exemple, il n'y a que douze jours et douze nuits par an, et l'année y a la même durée que la nôtre. Ici, nous comptons 365 jours par an. Sur Jupiter, l'année est près de douze fois plus longue que la nôtre et le jour plus de moitié plus court, de telle sorte qu'il n'y a pas moins de 10 455 jours dans l'année de ce monde ! Sur Saturne, la disproportion est plus extraordinaire encore, car son année, trente fois plus longue que la nôtre, compte 25 217 jours! Et que dirions-nous de Neptune, dont chaque année dure plus d'un siècle et demi : 165 de nos rapides aimées ! Si la biologie y est réglée dans les mômes proportions, une jeune fille de dix-sept ans sur Neptune a réellement vécu 2800 de nos années : elle vivait déjà depuis près de mille ans quand Jésus-Christ naquit en Judée; elle a été contemporaine de Romulus, de Jules César, de Constanti. , de Clovis, de Charlemagne, de François 1er, de Louis XIV, de Robespierre... et elle n'a encore que dix-sept ans ! ! Léthargique fiancée, elle épousera dans trois ou

quatre cents ans le jeune homme de ses rêves, âgé lui-même de plus de trois mille ans terrestres...

LE JOUR ET LA NUIT

La succession du jour et de la nuit a naturellement formé la première mesure du temps. C'est le fait naturel qui nous frappe le plus, et ce n'est que plus tard que l'on a remarqué la succession des saisons, évalué leur durée et reconnu la longueur de l'année. Les phases de la Lune sont plus rapides et plus frappantes que les saisons, et le temps a du être divisé par jours et par mois longtemps avant d'être divisé par années. Les antiques poèmes de l'Inde nous ont môme conservé les derniers échos des craintes des premiers hommes à l'arrivée de la nuit. Le Soleil, le bon Soleil a tout à fait disparu à l'occident : est-il bien sûr que nous le revoyions demain matin à l'orient? S'il ne revenait plus! Plus de lumière, plus de chaleur; la nuit glacée, la nuit ténébreuse couvre le monde! Comment retrouver le feu perdu? Comment remplacer le bienfaisant Soleil et sa céleste lumière? Les étoiles laissent cribler du haut des cieux leur mélancolique clarté; la Lune verse dans les vagues de l'atmosphère cette rosée argentée qui répand tant de charme sur le sommeil de la nature ; mais ce n'est pas le soleil, ce n'est pas le jour... Ah! voici l'aurore qui s'éclaire lentement, voici la lumière, voici le jour : Soleil ! roi des cieux, sois béni ! oh ! n'oublie jamais de revenir !


Fig 6 – le jour et la nuit

Qu'est-ce que le jour? qu'est-ce que la nuit? Deux effets contraires produits par la combinaison du mouvement de rotation de la Terre avec l'éclairement du Soleil. Si notre globe ne tournait pas, l'astre du jour étant fixe, il y aurait jour éternel sur la moitié du globe et nuit éternelle sur l'autre moitié.

Notre globe est isolé dans l'espace et il n'y a ni haut ni bas dans l'univers. Considérons-le à un moment quelconque, par exemple à l'heure où nous comptons midi. Nous nous trouvons alors sur la ligne centrale de l'hémisphère éclairé par le soleil. Le globe terrestre *(voir.* la *fig.* 6) produit par lui-même une ombre à l'opposé de la lumière solaire. Les pays situés sur l'hémisphère opposé au nôtre sont alors plongés dans l'ombre ou dans la nuit. La nuit n'est

donc autre chose que l'état de la partie non éclairée. La Terre tourne.

Douze heures plus tard, nous serons à notre tour au milieu de l'ombre ou à minuit. Retournez la figure et vous verrez alors le Soleil sous vos pieds et la nuit au-dessus de vos têtes. Mais cette ombre produite par la Terre ne s'étend pas sur tout l'univers, comme la première impression des sens le ferait penser ; elle n'a que la largeur de la Terre (3183 lieues), et tout ce qui est en dehors reste éclairé dans l'espace, où il y a autant de lumière à minuit qu'à midi; la Lune et les planètes reçoivent constamment la lumière du Soleil. De plus, comme le Soleil est plus gros que la Terre, et môme beaucoup plus gros, cette ombre que la Terre projette derrière elle a la forme d'an cornet, d'un cane, et elle se termine en pointe à la distance de trois cent mille lieues. Quelquefois, la Lune, dont la distance n'est que de 96 000 lieues, vient à passer à travers l'ombre de la Terre, et l'on constate alors, par l'éclipsé de ce globe, que notre ombre est circulaire ; c'est môme là l'une des premières preuves que l'on a eues de la forme globulaire de notre île flottante.

LA ROTATION DE LA TERRE

Nous pouvons prendre pour image de la Terre une petite boule traversée par une aiguille et supposer que nous la fassions tourner entre deux doigts. L'aiguille représente *l'axe;* les deux points diamétralement opposés de la boule auxquels l'aiguille aboutit sont les deux *pôles.* Voilà deux notions importantes, et, comme on le voit, très-faciles à retenir. Nous savons maintenant ce que c'est que l'axe du globe : c'est la ligne idéale qui le traverse et autour de laquelle s'exécute son mouvement de rotation. Nous savons aussi maintenant ce qu'on entend par pôles. Eh bien ! ramenons la boule de notre côté de manière à voir la tête de l'aiguille juste de face, et supposons qu'elle tourne comme la Terre; nous verrons ce globe tourner en sens contraire du mouvement des aiguilles d'une montre.

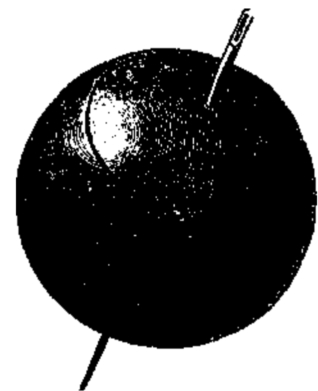


Fig 7 – image du globre terrestre tournant autour de son axe.

LES DIFFERENTES HEURES

Notre *fig.* 8 montre comment les divers pays du globe passent tour à tour par le jour et parla nuit. Dans la position représentée sur cette figure, Paris se trouve juste au-dessous du soleil, et nous comptons midi. Les pays situés à gauche de la France sont à l'orient pour elle, sont sortis de l'ombre avant elle, et ont passé avant elle sous le soleil; de sorte que, quand il est midi à Paris, il est 1 heure à Vienne, 2 heures à Suez, 3 heures à Téhéran, 4 heures à Bou-khara, 5 heures à Delhi, dans les Indes, etc. Tous les pays situés sur une même ligne horaire ont la même heure en môme temps. Ces lignes horaires sont les *longitudes* : ce sont de grands cercles qui divergent du pôle. Si l'on coupe la sphère en deux, à égale distance des deux pôles, par un plan perpendiculaire à Taxe, on trace de la sorte *léquateur* : c'est le grand cercle, qui limite notre figure. 'Pour mesurer les distances entre le pôle et l'équateur, on trace autour du pôle pris pour centre des cercles successifs qui pren-nent le nom de *lati-tudes*.

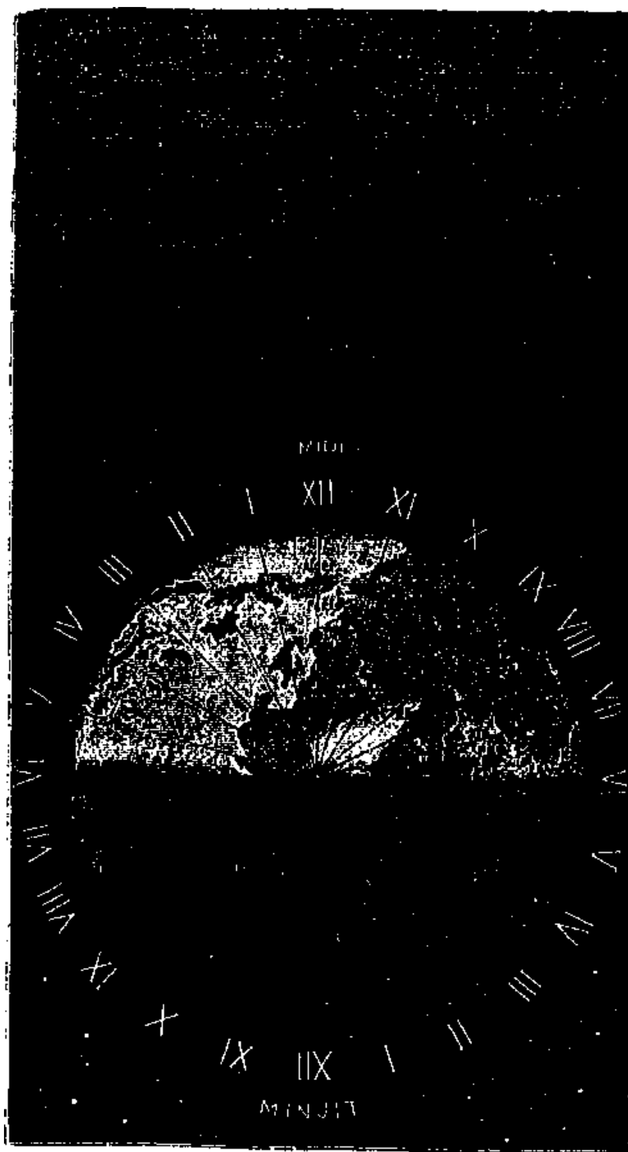


Fig. 8. — Les heures du jour et de la nuit.

Quand il est midi à Paris, il est midi en même temps tout le long de la ligne tracée de pôle nord au pôle sud en passant par Paris, comme à Bourges, Carcassonne, Barcelone, Alger, Gamba (sud de l'Afrique), etc. Il en est de même pour chaque longitude. Les différences d'heures sont réglées par les différences de longitudes. On a inscrit sur cette figure des chiffres correspondant à différentes villes échelonnées autour du monde. Les voici avec leurs différences d'heures. Quand il est midi à Paris, ces différents points ont l'heure inscrite en

1. Paris.	midi	5. Téhéran.	3^h16^m
2. Vienne.	midi 56^m	6. Boukhara.	$4^h\ 3^m$
3. Saint-Pétersbourg. . .	1^h52^m soir.	7. Delhi.	5^h
4. Suez	2^h	8. Ava.	6^h14^m

9. Pékin.	7^h37^m	18. Cuba.	6^h21^m mat.
10. Iedo	9^h10^m	19. New-York	6^h55^m
11. Okhotsk.	9^h23^m soir.	20. Québec.	$7^h\ 6^m$
12. Iles aléoutiennes .	minuit 45^m	21. Cap Farewell.	8^h55^m
13. Petropolowski.	1^h35^m mat.	22. Reikiavig.	10^h23^m
14. San-Francisco	3^h41^m	23. Mogador..	11^h12^m
15. San-Diego	$4^h\ 2^m$	24. Lisbonne.	11^h14^m
16. Mexico.	5^h14^m	25. Londres	11^h50^m
17. Nouvelle-Orléans . . .	5^h50^m		

Nous pouvons, par curiosité, ajouter les villes suivantes :

Brest.	11^h33^m	Rome.	midi 40^m
Strasbourg	midi 22^m	Berlin.	midi 44^m
Bruxelles.	midi 18^m	Amsterdam.	midi 10^m
Madrid	11^h36^m	Stockholm.	1^h3^m

L'HEURE DANS LES PRINCIPALES VILLES DU GLOBE

Nous pouvons, par curiosité, ajouter les villes suivantes :

Brest	11h 33m	Rome.	midi
Strasbourg	midi 22m	Berlin.	midi
Bruxelles	midi 18m	Amsterdam.	midi
Madrid	11h 36m	Stockholm.	1!

La France géographique, de l'Océan au Rhin, n'a qu'une largeur parcourue par le soleil en 49 minutes ('). Charles-Quint se vantait de l'étendue de ses Etats, « sur lesquels le soleil ne se couchait jamais. De quelle influence ont été les États de Charles-Quint dans le progrès* de l'humanité? Ce n'est ni la taille de l'homme ni son poids qui constituent sa grandeur. Si notre France a joué depuis plus de mille ans un rôle prépondérant dans l'affranchissement de l'esprit humain, elle le doit à l'indépendance du caractère de ses enfants et à leur ascension constante vers le Progrès.

Remarquons en passant une conséquence assez curieuse de ces différences d'heures. La ville de New-York, par exemple, est de ." heures 5 minutes en retard sur Paris, et San-Francisco est en retard de 8^h19^m Si donc on envoyait de Paris à ces deux villes une dépêche télégraphique, qui pût être transmise directement, comme la vitesse électrique est pour ainsi dire instantanée, la dépèche serait reçue à New-York 5^h5^m, et à San-Francisco 8^h19^m *avant* l'heure à laquelle elle aurait été expédiée. Partie, par exemple, de Paris le 1er janvier 1879 à 4 heures du matin, elle arriverait à New-York le 31 décembre 1878 à

(*) On ne se figure pas ordinairement le peu d'espace qu'il suffit pour changer les heures. Rouen et Paris dilieront de cinq minutes, en sorte qu'une montre réglée a Paris avance de cinq minutes quand on la porte à Rouen, et dans Paris même deux points très rapprochés, par exemple le Luxembourg et l'École Polytechnique, diffèrent déjà de trois secondes de temps dont la pendule bien réglée au Luxembourg retarde sur la pendule également bien réglée a l'Keolo Polytechnique. Pu reste, à la latitude de Paris, le tour du globe est de 26 350 000 mètres, et 305 mètres donnent une différence de temps de une seconde. Le soleil do midi emploie 37 secondes pour traverser Paris. Versailles est à 51 secondes du méridien de l'Observatoire, Mantes, à $2^m28^!$ etc. Il va sans dire que les différences se comptent dans la direction est-ouest, la direction nord-sud n'ayant rien à faire avec le mouvement diurne.

10^h55^m du soir, et à San-Francisco à 7^h41^m, arrivant ainsi à sa destination la veille de son départ et l'année précédente ! Le timbre du l'arrivée serait antérieur au timbre de départ.

ROTATION DIURNE DE LA TERRE

Quelle est la durée exacte du jour?

On a, dès une haute antiquité, partagé cette période en vingt-quatre parties, comptées, soit de midi, soit du coucher du soleil, soit de minuit, soit du lever du soleil. Cette durée de 24 heures est le temps qui sépare deux: midis consécutifs. *C'est Indurée du jour civil.*

Chacun a remarqué que le soleil se lève le matin à l'est, monte lentement dans le ciel, atteint sa plus grande élévation à midi, descend lentement en continuant le môme cercle oblique, et se couche le soir à l'ouest. Si l'on a l'est à gauche et l'ouest à droite, on a le midi en face et le nord derrière soi. Lorsque nous regardons le sud, nous avons donc le pôle nord derrière nous. On appelle *méridien* un grand cercle de la sphère céleste que l'on trace, par la pensée, en partant du nord, passant juste au-dessus de nos tôtes, et continué jusqu'au sud, cercle vertical placé juste à égale distance de l'est et do l'ouest. Le soleil traverse ce cercle à midi. Entre deux passages du soleil au méridien, il y a 24 heures.

L'observation constante du ciel a montré que ce chiffre ne représente pas la vraie durée du mouvement do rotation de la Terre. En effet, le soleil ne revient pas exactement tous les jours au même instant au méridien : tantôt il est en retard, tantôt il est en avance. Si l'on observe au contraire une étoile, on constate qu'elle se lève comme le soleil, qu'elle se couche à l'ouest, et qu'elle passe au méridien comme lui, mais avec une ponctualité absolue : à la seconde môme. Entre deux passages consécutifs d'une étoile au méridien, on compte toujours 86164 secondes, jamais une seconde de plus, jamais une seconde de moins. Ces 86164 secondes ne font pas 24 heures juste, mais 23 heures 56 minutes 4 secondes. Telle est la *durée précise* et constante *du mouvement de rotation de la Terre.*

La différence entre cette durée et celle du jour solaire s'explique très facilement si l'on réfléchit à la manière dont la Terre tourne sur elle-même et autour du Soleil. Considérons le globe terrestre à un moment quelconque. Il tourne autour du Soleil *(fig.* 9) de la gauche

vers la droite, le long d'une orbite qu'il emploie une année à parcourir, et tourne en même temps chaque jour sur lui-même dans le sens indiqué par la flèche. A midi, le point A (position de gauche) est juste devant le soleil. Lorsque la Terre aura accompli une rotation entière, le lendemain, elle se sera transportée à la position de droite, et le méridien A se retrouvera juste comme il était la veille. Mais la translation de la Terre vers la droite aura fait par perspective reculer le soleil vers la gauche, et pour que le point A revienne de nouveau devant le soleil, et qu'il soit de nouveau midi, il faut que la Terre continue de tourner sur elle-même encore pendant 3 minutes 50 secondes; et cela tous les jours de l'année. C'est ce qui fait que le jour solaire ou civil est plus long que la rotation diurne du globe, nommée aussi jour sidéral. Il y a par an 365 jours solaires un quart; mais il y a en réalité 366 rotations un quart, justement une de plus.

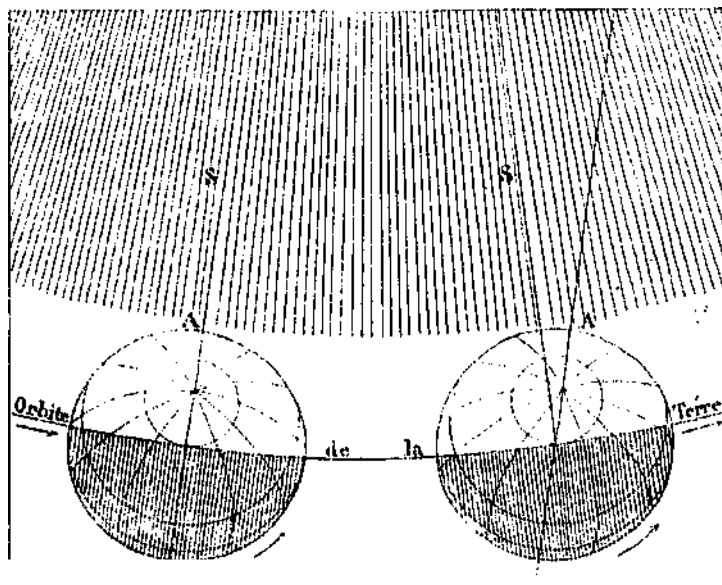


Fig. 9. — Différence entre la durée- du jour et la durée de la rotation de la Terre.

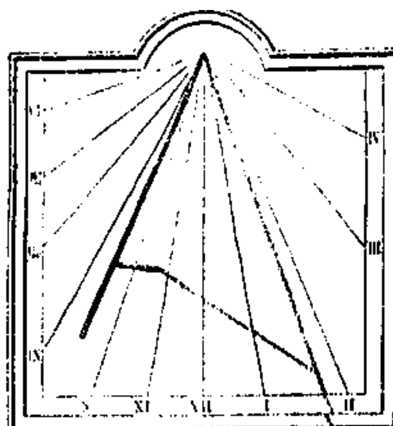
Remarquons encore ici que la vitesse de la Terre sur son orbite tracée autour du Soleil n'est pas constamment la môme : elle va plus vite en hiver, moins vite en été; il en résulte que la quantité dont il faut que la Terre continue de tourner chaque jour pour compléter le jour solaire varie d'une saison à l'autre, et qu'entre deux midis solaires consécutifs il n'y a pas toujours 24 heures juste. Mais comme il serait assez désagréable de faire subir aux horloges cette variation, et qu'il est d'autant plus nécessaire de les régler une fois pour toutes qu'elles ont plus de tendances à se déranger d'elles-mêmes, le temps civil est réglé sur un soleil fictif moyen qui est censé passer tous les jours au méridien à midi précis. *Une montre bien réglée ne doit* pas *marcher avec le soleil,* car en réalité elle ne s'accorde que quatre fois par an avec le cadran solaire. Il peut être intéressant pour un grand nombre de nos lecteurs de connaître la différence qui doit exister entre une montre bien réglée et le cadran solaire. Voici quelle heure la montre doit marquer à midi du soleil. Les heures sont calculées pour cette année 1879 ; mais la différence ne s élève jamais qu'à quelques secondes.

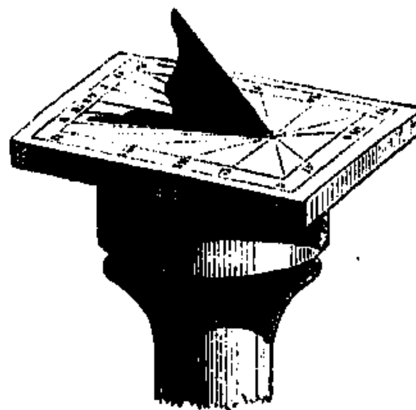
LA MESURE DU TEMPS

Différence entre l'heure civile et l'heure du soleil. Heure que doit marquer une montre à midi du cadran solaire.

1er janvier	midi 4	minutes
15 —	— 10	—
1er février	— 14	—
11 —	— 14m 1/2	
1er mars	— 12	minutes
15 —	— 9	—
1er avril	— 4	—
15 —	midi 0	—
1er mai	11h57	minutes
15 —	11h55	—
1er juin	11h57	—
15 —	midi 0	—
1er juillet	— 3	—
15 juillet	midi 5	minutes
26 —	— 6	—
15 août	— 4	—
31 —	midi 0	—
15 septembre	11h 55	—
1er octobre	11h 49	—
15 —	11h 46	—
3 novembre	11h 43	—
16 —	11h 44	—
1er décembre	11h 49	—
15 —	11h 55	—
25 —	midi 0	—

On voit qu'aux dates des 15 avril, 15 juin, 31 août et 25 décembre, le temps civil est le même que celui du cadran solaire; tandis que le 11 février le second retarde de plus de 14 minutes sur le premier, le 15 mai avance de près de 5 minutes, lu 26 juillet retarde de 6 minutes,





T

Fig. 10. — Cadran solaire sur un mur vertical. Fig. 11. — Cadran solaire sur plaque horizontale.

et le 3 novembre avance de 17 minutes. Le règlement des horloges publiques et des montres sur le temps moyen n'est pas très ancien : il a été fait après le premier Empire, en 1816. Cependant, dès le temps de Louis XIV, la communauté des horlogers de Paris avait pris pour armoirie une pendule avec cette orgueilleuse devise : *Sulis mendaces arguit horas* : Elle prouve que les heures du soleil sont menteuses. Tout le monde connaît les cadrans solaires, sur lesquels l'ombre d'une tige exposée au soleil indique approximativement l'heure solaire.

Table perpétuelle d'Equation

ou du temps moyen au midi vrai

Pour l'usage civil et pour l'equation annuelle moyenne entre deux années bissextiles.

Jour du mois	Janvier H	m	S	Février H	m	S	Mars H	m	S	Avril H	m	S
1	0	3	48	0	13	56	0	12	43	0	4	5
5	0	5	39	0	14	23	0	11	52	0	2	53
10	0	7	49	0	14	37	0	10	39	0	1	27
15	0	9	43	0	14	31	0	9	16	0	0	6
20	0	11	21	0	14	7	0	7	47	11	58	55
25	0	12	39	0	13	26	0	6	15	11	[illegible]	54

Jour du mois	Mai H	m	S	Juin H	m	S	Juillet H	m	S	Août H	m	S
1	11	56	57	11	57	18	0	3	15	0	5	58
5	11	56	30	11	57	57	0	4	0	0	5	41
10	11	56	9	11	58	51	0	4	48	0	5	6
15	11	56	2	11	59	52	0	5	26	0	4	16
20	11	56	8	0	0	56	0	5	52	0	3	13
25	11	56	28	0	2	0	0	6	4	0	1	58

Jour du mois	Septembre H	m	S	Octobre H	m	S	Novembre H	m	S	Décembre H	m	S
1	11	59	57	11	49	49	11	43	46	11	49	11
5	11	58	41	11	48	35	11	43	47	11	50	45
10	11	57	0	11	47	10	11	44	5	11	52	56
15	11	55	16	11	45	57	11	44	45	11	55	17
20	11	53	31	11	44	58	11	45	46	11	57	44
25	11	51	47	11	44	15	11	47	7	0	0	14

O = veut dire midi — Cette table est dressée pour une année moyenne entre deux bissextiles

L'HEURE LES CADRANS SOLAIRE

Le plus ordinairement c'est sur la surface verticale d'un mur, exposé de manière à être éclairé par le soleil, que l'on reçoit l'ombre du style, et que l'on trace par conséquent les lignes horaires avec lesquelles cette ombre doit venir coïncider successivement. Mais on peut construire un cadran solaire sur une surface plane quelconque,

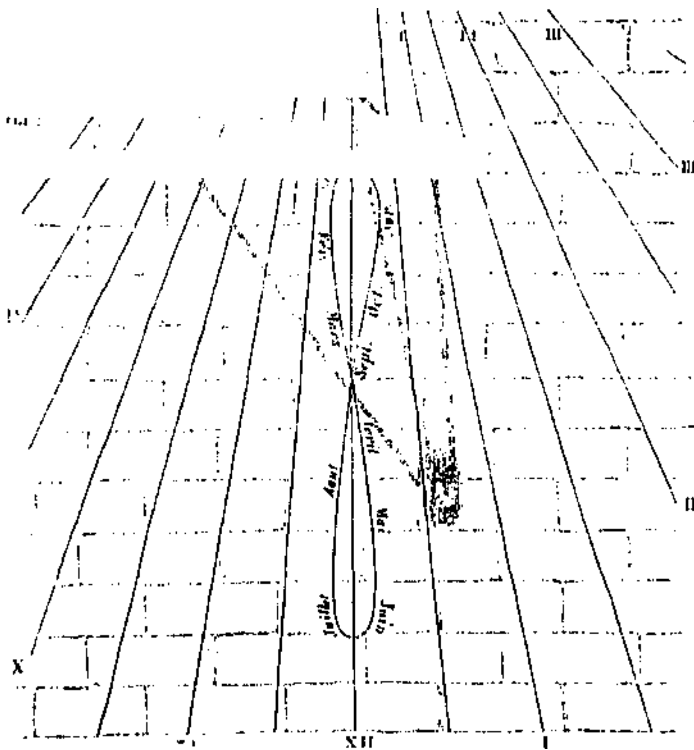


Fig. 12. — Cadran solaire avec la méridienne du temps moyen.

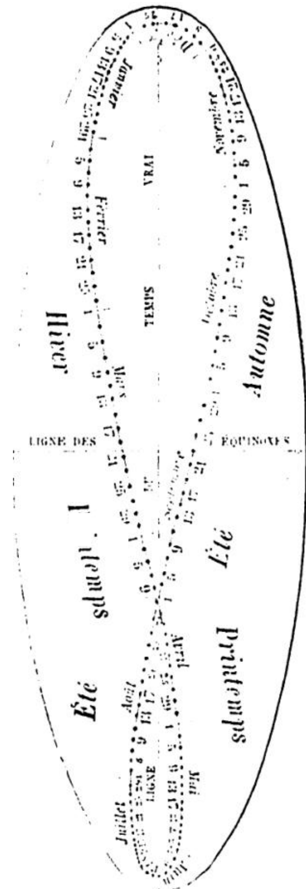


Fig.13 – Détail de la méridienne

verticale, horizontale, ou inclinée, et môme sur une surface courbe, de telle forme et de telle position qu'on voudra. La seule condition qu'une surface doive remplir pour qu'on puisse y construire un cadran solaire, c'est qu'elle reçoive les rayons du soleil pendant une partie de la journée.

Les cadrans solaires, par leur nature, marquent nécessairement le temps solaire. Si l'on veut s'en servir pour mettre à l'heure une horloge qui doit marquer le temps moyen, il faut avoir recours à la table de l'équation du temps que nous avons donnée plus haut (p. 24).

Cependant, on est parvenu à donner aux cadrans solaires des dispositions telles qu'ils fournissent directement des indications relatives au temps moyen. La disposition la plus usitée consiste à tracer sur un cadran solaire fixe, à plaque percée, une ligne courbe, destinée à faire connaître, chaque jour, l'instant auquel il est midi moyen

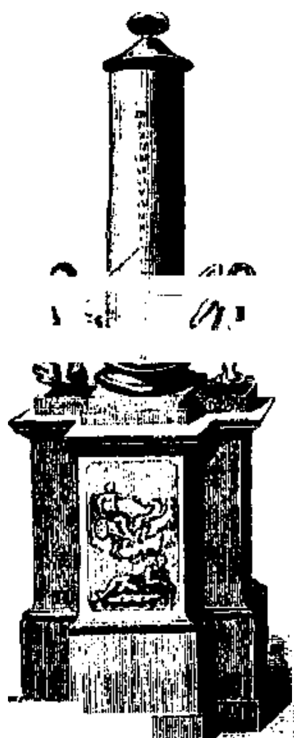


Fig. 14. Ancienne elepsydro à eau.

Cette ligne courbe, que l'on nomme la *méridienne du temps moyen,* a la forme d'un 8 allongé, comme on le voit sur la. 12 et mieux encore sur la *fig.* 13.

Chaque jour, à l'instant de midi moyen, le petit espace éclairé a *(fig.* 12) doit se trouver sur la courbe;'en sorte qu'en observant le moment où cet espace éclairé vient la traverser, on a le midi moyen, tout aussi facilement qu'on a le midi vrai en observant le moment où il traverse la ligne horaire de midi.

Pendant bien des siècles, on n'a eu pour mesurer le temps que des cadrans solaires et des horloges à eau ou clepsydres. L'eau, qui s'écoulait régulièrement d'un réservoir, arrivait dans un vase, où elle montait d'heure en heure. Un flotteur posé sur le liquide portait une figurine qu'il soulevait régulièrement et qui était chargée d'indiquer les heures *(fig.* 14). Les anciens astronomes de la Chine, de l'Asie, de la Chaldée et de la Grèce mesuraient ainsi

les heures de la nuit, les passages des étoiles au méridien et la durée des éclipses.

Remarque assez curieuse, la rotation diurne de la Terre sur elle-même et sa révolution annuelle autour du Soleil sont deux faits absolument indépendants l'un de l'autre et qui n'ont pas entre eux de commune mesure. Il n'y a pas un nombre exact'de jours dans l'année. Une révolution complète de notre globe autour de l'astre central s'accomplit, non pas en 365 jours exacts, ni en 366, mais en 365 jours et un quart. Il en résulte qu'on est obligé de faire tous les quatre ans une année de 366 jours, les trois autres étant de 365. Encore ce quart n'est-il pas exact lui-même. Il n'y a pas tout à fait un quart de jour à ajouter à 365 pour former l'année précise, de sorte que si pendant plusieurs siècles on conservait régulièrement une année bissextile sur quatre, on irait trop lentement et l'on serait bientôt sensiblement en retard sur la nature. C'est, du reste, ce qui est arrivé, et ce qui occasionna en 1582 la réforme du calendrier, décidée par le pape Grégoire XIII : cette année-là on dut ajouter dix jours accumulés depuis le temps de Jules César qui, dans le dernier siècle qui précéda l'ère chrétienne, avait ajouté un quart de jour à l'année admise jusqu'alors de 365 jours exactement, et fait une année bissextile sur quatre. Les astronomes du seizième siècle corrigèrent leurs prédécesseurs; le 5 octobre 1582 s'appela le 15 clans tous les pays catholiques, et l'on décida que, pour éviter le retour d'une pareille différence, on retrancherait trois années bissextiles séculaires sur quatre. Ainsi, les années 1700, 1800 et 1900, bissextiles selon l'ancien calendrier, ne le sont pas dans le nouveau, mais l'année 2000 le sera. Il y a des pays en retard, comme la Russie, qui, pour des motifs religieux et politiques, n'ont pas encore adopté cette réforme, et qui préfèrent être en désaccord avec la nature que d'accord avec le pape ; ils ont laissé bissextiles les années 1700 et 1800, et sont actuellement en retard de douze jours. Dans vingt ans, ils seront en retard de treize jours, s'ils continuent de suivre le calendrier de Jules César. La durée exacte de l'année est de 365 jours 5 heures 48 minutes 47 secondes.

Telle est la durée de « l'année tropique », c'est-à-dire de la révolution des saisons, qui constituent pour nous le fait principal du mouvement apparent du Soleil et le traduisent par ses effets dans les phénomènes de la nature. C'est là

pour nous la véritable année, Tannée météorologique, Tannée civile. Mais ce n'est pas exactement la clivée précise de la révolution de la Terre autour du Soleil. En vertu de la précession des équinoxes, dont nous avons déjà parlé dans le chapitre précédent, et que nous expliquerons bientôt en détail, lorsque la Terre revient au bout de l’année au point de l’equinoxe du printemps, elle est encore à une distance de plus de 20 minutes du point de l'espace où elle doit revenir pour avoir accompli une révolution complète autour du Soleil. La révolution astronomique de la Terre, ou son «. année sidérale», est de 365 jours 6 heures 9 minutes 11 secondes.

L’ANNEE ET LE CALENDRIER

La Terre tournant en cercle autour du Soleil (en réalité, c'est une ellipse qui se rapproche beaucoup du cercle), une telle figure n'a ni commencement ni fin, de sorte que la nature elle-même ne s'est chargée de marquer où l'année commence et où elle finit. D'ailleurs, en lait, l'année, comme le jour, ne commencent et ne finissent nulle part.

Du temps de Charlemagne, on commençait l'année à Noël en France et dans tous les pays soumis à la juridiction du grand empereur. Ce jour était doublement célèbre, comme fùte de la naissance du Christ et comme jour du renouvellement de l'année; cette vieille coutume a laissé des traces impérissables dans les habitudes saxonnes, car aujourd'hui encore, chez les Allemands et chez les Anglais, le jour de Noèl est fêté avec beaucoup plus d'éclat que le 1er janvier. Il eut été plus logique et plus agréable à la fois de clore l'année avec l'hiver et de la commencer avec le retour du soleil, c'est-à-dire de fixer ce renouvellement à l'èquinoxe de printemps, à la date du 21 mars, ou de le laisser au 1er mars, tel qu'il était il y a deux mille ans.

Loin de là, on a été justement choisir la saison la plus désagréable qu'on ait pu imaginer, et c'est au milieu du froid, de la pluie, de la neige et des frimas qu'on a placé la fête des souhaits de bonne année ! Il y a déjà plus de trois cents ans qu'on a pris cette habitude en France, car elle date d'un édit du triste roitelet Charles IX (1563). Elle n'a été adoptée en Angleterre qu'en l'an 1752, ce qui donna lieu à une véritable émeute; les dames se trouvaient vieillies, non-seulement de onze jours, mais encore de trois mois, puisque le millésime de l'année se trouva changé à dater du 1er janvier au lieu de l'être au 25 mars, et elles ne pardonnèrent pas cette surprise au promoteur de la réforme; les ouvriers, d'autre part, perdant en apparence un trimestre dans leur année, se révoltèrent avant de comprendre qu'il n'y avait là qu'une apparence, et le peuple poursuivit lord Chesterfield dans les rues de Londres aux cris répétés de : *Rendez-nous nos trois mois!* Mais des almanachs anglais de l'époque assurèrent que toute la nature était d'accord, et que « les chats eux-mêmes, qui avaient l'habitude de tomber sur leurs nez au moment où l'année se renouvelle, avaient été vus se livrant au môme exercice à la nouvelle date ». Les Napolitains avaient déjà affirmé d'autre part qu'en 1583, le sang de saint Janvier s'était liquéfié dix jours plus tut, le 9 septembre au lieu du 19! Ces arguments superstitieux ou puérils valent ceux des Romains qui prétendaient tromper le Destin en appelant « deux fois sixième » *bis-sextus*, au lieu de septième, le jour intercalé en février tous les quatre ans. Par ce subterfuge, février n'avait toujours que 28 jours et l'on évitait un sacrilège et de grands malheurs publics. Ce jour supplémentaire étant ainsi caché entre deux autres, Dieu ne le voyait pas !

Non seulement cette fixation du commencement de l'année au

1er janvier est illogique et désagréable, mais elle ajoute encore aux irrégularités du calendrier en changeant le sens des dénominations des mois de l'année. L'année romaine commençait le 1er mars, et les douze mois étaient ainsi réglés :

1. MARS, dieu Mars.	**7.** SEPTEMBER, septième.
2. Aprilis, Aphrodite (Vénus).	8. OCTOHEM, huitième.
3. MAÏA, déesse Maïa.	9. NOVEMBRE, neuvième.
4. JUNIUS, déesse Junon.	10. DECEMBRE, dixième.
5. QUINTILIS, cinquième.	11. JANUARUS, dieu Janus.
6. G. SEXTILIS, sixième.	12. FEBRUO, dieu des morts.

Le premier mois était consacré au dieu de la. guerre, patron suprême des Romains, le dernier au souvenir des morts. Quintilis et ftextilis sont devenus Julius et Augustus, pour honorer la mémoire de Jules César et d'Auguste. Tibère, Néron et Commode essayèrent de se faire consacrer les mois suivants; mais, heureusement pour l'honneur des peuples, cette tentative ne réussit pas.

Aujourd'hui, le mois auquel nous avons conservé la dénomination du 7e mois de l'année, *septembre*, se trouve être le 9e mois; octobre (le 8e) se trouve être le 10e; novembre (le 9e) se trouve être le 11e, et décembre (le 10e) est devenu le 12e et dernier. Conçoit-on des désignations plus absurdes? Et tout cela pour avoir porté le commencement de l'année de mars, où le printemps commence, en janvier, où le temps est généralement le plus sombre et le plus triste du monde!

Ainsi les noms des mois n'ont rien de commun, ni avec le calendrier chrétien (puisqu'ils sont païens), ni avec leur propre origine (puisqu'ils sont transposés), et ils n'ont même pas le caractère climatologique de ceux du calendrier républicain de notre grande révolution de 89, si euphémiques, et si heureusement imaginés. Comme ces noms répondaient Lien aux tableaux de la nature ! ils avaient la même terminaison pour les mois de chaque saison, et se rattachaient aux faits météorologiques ou agricoles annuels; vendémiaire correspondait aux vendanges, pluviôse au temps des pluies, frimaire à l'époque des frimas; germinal, floréal, prairial, semblaient des sylphes dansant nu soleil joyeux du printemps; fructidor annonçait les fruits; messidor, les moissons. Voici du reste la correspondance de ces mois avec ceux du calendrier vulgaire :

VENDÉMIAIRE, du	21 sept. au	20 octobre.	GERMINAL, du	20 mars au	18 avril.
BRUMAIRE,	21 octob.	19 novemb.	FLORÉAL,	19 avril	18 mai.
FRIMAIRE,	20 nov.	19 décemb.	PRAIRIAL,	19 mai	18 juin.
NIVÔSE,	20 déc.	18 janvier.	MESSIDOR,	19 juin	17 juillet.
PLUVIÔSE,	19 janvier	17 février.	THERMIDOR,	18 juillet	16 août.
VENTÔSE,	18 février	19 mars.	FRUCTIDOR,	17 août	20 septemb.

ROTATION DIURNE DU GLOBE. LES JOURS DE L'ANNEE

Ces dates changent avec celles de l'équinoxe. Chaque mois avait 30 jours, et l'on ajoutait 5 ou 6 jours complémentaires suivant que Tannée était bissextile ou non. C'était là une complication d'autant plus bizarre qu'on avait poussé la fantaisie jusqu'à désigner ces jours sous le nom de *Sans-culottides !* (Il faut toujours qu'on tombe dans l'exagération.) Ajoutons aussi que ces dénominations, inspirées par nos climats, ne correspondaient ni à l'hémisphère austral ni môme à tout notre hémisphère.

Il y a au surplus bien des personnes qui préféreraient que les années ne fussent pas comptées du tout. Tel était, du moins, l'avis de ces deux dames de la cour de Louis XV, qui avaient l'habitude de décider ensemble la dernière semaine de chaque année « l'Age qu'elles devaient avoir l'année suivante ».

Quoi qu'il en soit, on s'est habitué à commencer l'année au 1[or] janvier, et Ton s'adresse en cette circonstance les meilleurs compliments de fin d'année. Si quelque habitant des autres mondes visitait notre globe pendant le mois de janvier, pourait-il jamais croire que la vie est ici-bas considérée comme le premier des biens et la mort comme une catastrophe redoutée? Il aurait beau lire dans Lamartine

C'est encore un pas vers la tombe Où des ans aboutit le cours, Encore une feuille qui tombe De la couronne de nos jours !

à voir l'empressement avec lequel on se félicite réciproquement d'être quitte d'une des années qu'on est forcé de vivre, l'observateur extra-terrestre ne pourrait s'empêcher de conclure que tous les hommes sont fort pressés d'arriver à la fin de leur tâche mortelle et de se débarrasser d'un fardeau onéreux. A toutes les imperfections de la nature humaine signalées par les moralistes, cet observateur impartial ne manquerait pas d'ajouter l'inconséquence. Il est vrai qu'il y en a bien d'autres de passées clans les mœurs et dans le langage. La jeune fille la plus charmante et la plus belle ne s'humilie-t-clle pas aujourd'hui jusqu'à offrir de l'or pour se faire accepter d'un fiancé qui se respecte? et la dot n'est sans cloute jamais

suffisante encore, puisque les deux familles réunies devant le notaire s'empressent d'y ajouter des *espérances,* sous-entendant que le père et la mère ne tarderont pas à partir pour un autre monde!.. Voilà des habitudes qui doivent être inconnues dans Vénus.

CHAPITRE III

Comment la Terre tourne autour du Soleil.

Inclinaison de l'axe.

Saisons. Climats.

TRANSLATION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL. CLIMATS

Nous venons d'étudier la rotation diurne du globe et ses effets, et déjà l'examen du nombre des jours de l'année nous a conduits à l'étude do la translation annuelle autour du Soleil. Continuons l'analyse de ces mouvements : c'est le fondement môme do la connaissance générale de la nature.

La planète mobile sur laquelle se joue le jeu de nos destinées vogue dans l'espace en traçant sa route autour du Soleil illuminatcur. Le jour succède à la nuit, le printemps à l'hiver ; l'enfant naît à la lumière, le vieillard s'endort dans la nuit du tombeau ; les fruits tombent des arbres; les fleurs renaissent; les générations humaines se suivent avec rapidité, les peuples se transforment, les siècles passent, et la Terre tourne toujours.

De la translation de notre planète autour du foyer de la chaleur et de la lumière résultent les climats et les saisons. Dans les régions tropicales un soleil ardent darde ses rayons verticalement au-dessus de la tête, et la terre baignée dans cette tiède température se revêt d'une exubérante végétation; tandis que dans les régions polaires le soleil oblique n'envoie qu'une faible chaleur et une pâle lumière, zones désolées où le voyageur n'a souvent pour soleil qu'un long crépuscule vaguement illuminé des rayons intermittents de l'aurore boréale.

L'orbite parcourue par notre globe dans son voyage de circum-navigation annuelle autour du Soleil n'est pas circulaire, mais elliptique, comme nous l'avons déjà remarqué plus haut. Chacun sait comment on trace une ellipse. Le procédé le plus simple est encore celui dont se servent les jardiniers. On.plante doux piquets auxquels sont attachés les bouts d'une ficelle plus longue que la distance qu séparе les piquets. Puis on tend la ficelle à l'aide d'une pointe et l'on trace l'ellipse sur le terrain en suivant simplement la courbe produite par le mouvement. Plus les piquets sont rapproches l'un de l'autre, plus l'ellipse se rapproche du cercle; plus ils sont séparés et plus la courbe est allongée. Or, il se trouve que tous les corps célestes suivent dans leurs mouvements, non des cercles, mais des ellipses. Les



Fig. 15. — Paysage des réglons polaires.

points représentés par les piquets se nomment les *foyers* de l'ellipse (FF' sur la *fig.* 17). Le centre est en 0; le diamètre A A' s'appelle le

grand axe., et le diamètre BB' le *petit axe.* (Retenir ces termes.) Si nous considérons l'orbite de la Terre autour du Soleil, nous constatons



***Fig.* 15. — Paysage des régions polaires.**

que le Soleil occupe l'un des foyers de l'ellipse suivie par notre globe dans son cours, et que l'autre foyer reste vide, Il en résulte que la distance de notre globe au Soleil varie durant tout le cours de l'année. C'est au 1er janvier qu'il passe à sa plus grande proximité et au 1er



Fig.16 – Paysage des régions tropicales

juillet à son plus grand éloignement. Le premier point se nomme le *périhélie* et le second *l'aphélie.* Les différences de distance sont les suivantes :

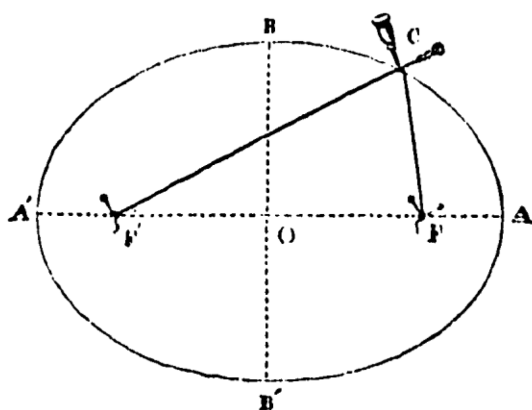


Fig. 17. — L'ellipse.

Distance périhélie. . . 445 700 000 kilomètres.

Distance moyenne . . 148 250 000

Distance aphélie. ... 151 800 000

On voit que la Terre est de 6 100 000 kilomètres plus proche du Soleil au 1er janvier qu'au 1er juillet. La différence de températurere entre l'hiver et l'été est causée, comme nous le verrons tout à l'heure, par l'inclinaison de l'axe de la Terre. En hiver, les rayons solaires glissent sur notre hémisphère en l'échauffant à peine, les jours sont courts et les nuits sont longues ; en été, au contraire, les rayons solaires arrivent plus perpendiculairement, les jours sont longs et les nuits rapides. Mais, tandis que notre hémisphère boréal est en hiver, l'hémisphère austral est en été, et réciproquement. Comme, en définitive, la différence de distance de la Terre au Soleil en janvier et en juillet est assez sensible, les étés de l'hémisphère austral sont plus chauds que les nôtres et ses hivers moins froids. Les dénominations d'hiver, d'été, de printemps et d'automne, s'appliquant inversement aux deux hémisphères terrestres, ne conviennent pas à la Terre entière. Au lieu de-dire solstice d'hiver, solstice d'été, équinoxe de printemps, équinoxe d'automne, il est préférable de dire solstice de décembre, solstice de juin, équinoxe de mars, équinoxe de septembre : ces dénominations s'appliquent à la Terre entière, à l'Australie, à l'Amérique du Sud, à l'Afrique du Sud aussi bien qu'à l'Europe.

Nos lecteurs se rendront très facilement compte de la manière dont la Terre tourne autour du Soleil en examinant notre *fig.* 18. On voit au premier coup d'œil qu'elle garde toujours son axe de rotation dans la même direction absolue, toujours parallèle à lui-même, et que, comme il n'est pas droit, mais incliné, le pôle est pendant six mois éclairé par le soleil et pendant six mois non éclairé. Aux deux équinoxes, l'hémisphère illuminé passe juste par les deux pôles, de sorte que, comme on le voit, les vingt-quatre heures du jour sont partagées en deux moitiés égales sur tous les pays du globe. Mais, à mesure qu'on s'avance vers l'été, l'inclinaison de l'axe fait que la lumière solaire empiète de plus en plus au delà du pôle, de sorte que les pays

L'ANNÉE ET LES SAISONS

du nord ont des journées de plus en plus longues, des nuits de plus et plus courtes. C'est le contraire si l'on examine les positions de la Terre pendant l'hiver. On voit, par exemple, que Paris (marqué sur le troisième cercle de latitude) arrive à n'avoir en décembre que huit heures de jour et reste seize heures dans la nuit. Plus on s'approche du pôle,

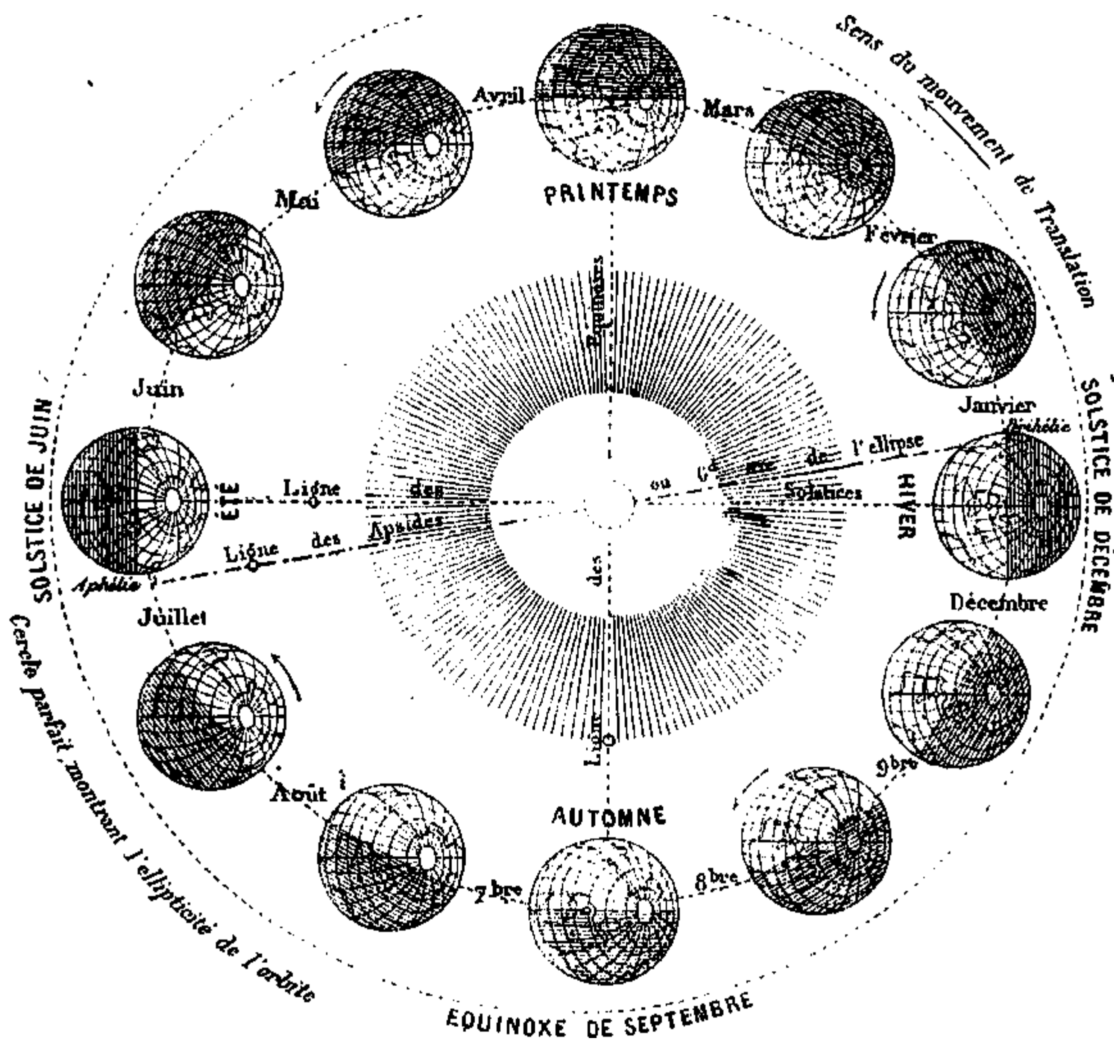


Fig 18. Mouvement annuel de la Terre- autour du Soleil et production des saisons.

plus la différence est grande, puisqu'au pôle mômе il y a six mois de jour et six mois de nuit.

Cette figure a été dessinée pour montrer ce mouvement annuel de-la Terre autour du Soleil. Il a donc fallu donner une certaine importance au globe terrestre et n'indiquer pour ainsi dire le Soleil que par sa position, car, pour représenter cet astre dans la proportion du dessin, il eût fallu lui donner un diamètre de 1m84 et l'éloigner à 200 mètres!...

L'inclinaison de la Terre sur son axe produit donc une différence dans la durée du jour et de la nuit suivant la situation des pays que l'on habite. A l'équateur, on a constamment 12 heures de jour et 12 heures de nuit. Lorsqu'on arrive à une distance du pôle égale à l'inclinaison de l'axe, c'est-à-dire à 23 degrés 27 minutes du pôle, ou, ce qui est la même chose, à GG degrés 33 minutes de latitude (il y n 66 degrés 33 minutes de latitude de l'équateur au pôle), le soleil ne se couche pas le jour du solstice d'été, mais glisse seulement à minuit au-dessus de l'horizon du nord, et, en revanche, il ne se lève pas le jour du solstice d'hiver. Depuis ces pays jusqu'au pôle, le soleil ne se couche pas ou ne se lève pas pendant un nombre de jours qui va toujours en grandissant jusqu'au pôle même, où l'on trouve six mois de jour et six mois de nuit. Voici une petite table de la durée des jours suivant les latitudes, 1° de l'équateur jusqu'au cercle polaire; 2° du cercle polaire jusqu'au pôle.

I

LATITUDE	DURÉE du jour le plus long		DURÉE du jour le plus court		LATITUDE	DURÉE du jour le plus long		DURÉE du jour le plus court	
	h.	m.	h.	m.		h.	m.	h.	m.
0°	12	0	12	0	40°	14	51	9	9
5°	12	17	11	43	45°	15	26	8	34
10°	12	35	11	25	50°	16	9	7	51
15°	12	53	11	7	55°	17	7	6	53
20°	13	13	10	47	60°	18	30	5	30
25°	13	34	10	26	65°	21	9	2	51
30°	13	56	10	4	66° 33′	24	0	0	0
35°	14	22	9	38					

II

LATITUDES BORÉALES	LE SOLEIL ne se couche pas pendant environ	LE SOLEIL ne se lève pas pendant environ
66° 33′	1 jour.	1 jour.
70°	65 —	60 —
75°	103 —	97 —
80°	134 —	127 —
85°	161 —	153 —
90°	186 —	179 —

La France est comprise entre le 43e et le 51e degré de latitude, et Paris est placé sur 48° 50'. La durée du jour le plus long y est de $15h58^{m}$, et celle du jour le plus court de 8h 2m. Il faut ajouter à ce calcul géométrique riullueiice de la réfraction atmosphérique, dont nous parlerons plus loin *(Ch.* VI), et qui relève les astres au-dessus de leur position ruelle. Nous voyons le soleil se lever avant qu'il ne soit réellement élevé au-dessus de l'horizon, et il est déjà réellement couché quand nous le voyons encore. Il en résulte que le plus long-jour, à Paris, est de $16^{h}7^{m}$, et le plus court de 8h11m. L'illumination de l'atmosphère- accroît encore la durée du jour par l'aurore et par le crépuscule. L'atmosphère reste illuminée tant que le soleil n'est pas descendu à 18 degrés au-dessous de l'horizon. Un fait assez curieux en résulte pour nous, c'est que le 21 juin, à Paris, le soleil descend obliquement au nord-ouest, après son coucher, pour reparaître au nord-est le lendemain matin, et qu'à minuit, lorsqu'il se trouve juste au nord, il n'est abaissé que de 17° 42', de sorte que la nuit n'est pas complète à Paris au solstice d'été.

Cetefîet s'accuse d'autant plus qu'on s'avance vers le nord. A Saint-Pétersbourg, le 21 juin, on voit encore assez clair à minuit pour écrire.

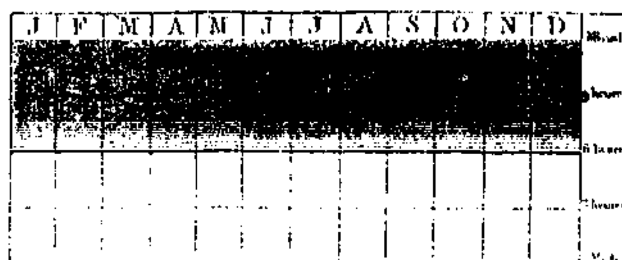
Il résulte du môme effet de réfraction atmosphérique qu'il n'est pas nécessaire d'aller jusqu'au cercle polaire pour voir le soleil ne pas se coucher et raser l'horizon à minuit. Au 66° degré de latitude, en Suède et en Finlande, on jouit de ce spectacle, étrange pour nous : *le soleil de minuit.*

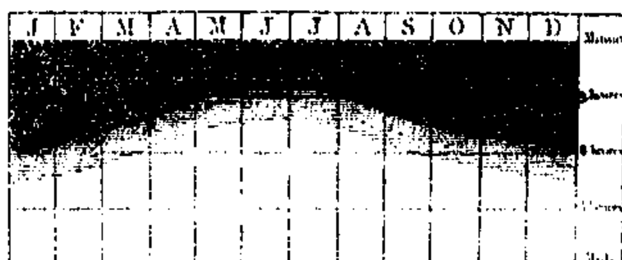
Les quatre petits tableaux esquissés à la Fig 19 indiquent la manière dont la répartition des jours et des nuits a lieu sous quatre latitudes différentes pendant toute la longueur de l'année. Il n'est pas nécessaire dédire que les ombres noires représentent la nuit, que le crépuscule est figuré par la demi-ombre, et que le blanc représente le jour. Les lignes verticales portent l'indication des douze mois marqués par leurs initiales, de sorte qu'il suffit de suivre la première ligne J pour comparer les mois de janvier dans les quatre situations géographiques que nous avons choisies.

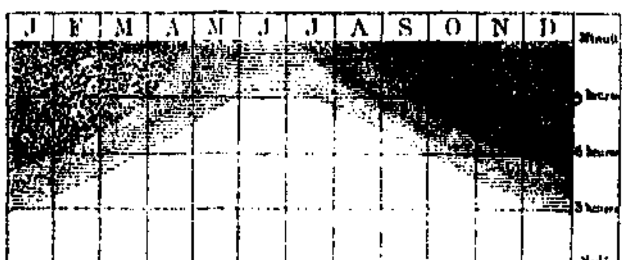
On voit au premier coup d'œil que les jours et les nuits sont toujours de môme durée sous l'équateur. La ligure relative au pûlo nord donne la disposition exactement opposée, six mois de nuit succédant à six mois de jour.

La durée du crépuscule va en augmentant à mesure que l'on s'approche des extrémités de l'axe du monde, de sorte que la grande nuit du pôle est bien moins longue qu'elle ne devrait être sans la réfraction de l'atmosphère, et bien moins triste qu'elle ne le serait sans les aurores boréales.

A partir du 67° degré de latitude, le soleil ne se lève plus au solstice d'hiver. Deux jours, trois jours, une semaine entière s'écoulent sans que son disque reparaisse au-dessus de l'horizon du sud à midi; seulement, une pâle lueur indique qu'il glisse au-dessous de l'horizon. Plus loin, il restoun mois, deux mois, sans paraître, et le monde demeure enseveli dans une nuit ténébreuse et glaciale, éclairée seulement par la lune ou par les lueurs intermittentes de l'aurore boréale. Plus de jour! la nuit permanente et se succédant à elle-même malgré l'heure des horloges solitaires. L'une des dernières ex-péditions faites pour la découverte du pôle nord, celle des navigateurs anglais Nares et Stephen-son (29 mai 1875 - 2 novembre 1877), qui s'est avancée plus loin qu'aucune des précédentes, jusqu'à 82° 24' de latitude, a subi 142 jours de privation solaire, près de cinq mois de nuit! Depuis







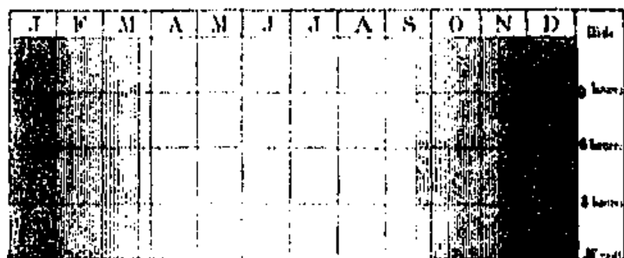


Fig. 19 – Durée du jour et de la luit pour chaque mois de l'année

le 6 novembre jusqu'au 5 février, la nuit a, été complète et obscure. Le 8 novembre déjà, l'obscurité était si complète *hmidi,* qu'il était impossible de lire. Mais bientût la lune vint apporter un rellot du soleil disparu, en tournant autour du pôle, sans jamais se reposer, pendant dix fois vingt-quatre heures. Le thermomètre descendit jusqu'à 58 degrés centigrades au-dessous de zéro!

DIVISIONS DE LA TERRE EN CINQ ZONES

Ces températures si Lasses ne sont jamais accompagnées de vent, autrement nulle créature humaine n'y résisterait. 0 solitudes glacées du pôle, déjà vous avez reçu des héros qui sont aujourd'hui couchés pour jamais dans votre morne linceul! La route du pôle est déjà marquée par des martyrs, mais ce n'est point là l'odieuse guerre de l'homme contre l'homme, c'est la conquête de la matière par l'esprit, la conquête de la nature par le génie.

L'effet produit par l'inclinaison de la Terre sur le mouvement apparent du soleil a fait partager le globe terrestre en cinq zones : 1° la zone tropicale, située de part et d'autre de l'équafeur, jusqu'aux tropiques, à 23° 27' de latitude; qui comprend tous les lieux de la Terre où l'on voit le soleil passer au zénith à certaines époques de l'année; 2° les zones tempérées, pour lesquelles le soleil n'arrive pas au zénith, mais se couche tous les jours; 3° les zones glaciales, ou calottes polaires tracées autour de chaque pôle à la latitude de 66°33', pour lesquelles le soleil reste constamment au-dessus ou au-dessous de l'horizon, pendant plusieurs jours de suite, à l'époque dos solstices. Comme leur désignation l'indique d'ailleurs, la première est chaude, parce qu'elle reçoit les rayons du soleil presque perpendiculairement; les secondes sont tempérées, parce que les rayons solaires y sont reçus plus obliquement; les dernière:. sont vraiment glaciales, parce que les rayons solaires ne font pour ainsi dire que glisser à leur surface.



Fig. *10.* — Division de la Terre en cinq zones

Les étendues de ces zones sont très inégales; la zone lorride. embrasse les 40 centièmes de la surface totale du sphéroïde terrestre ; les deux zones tempérées les 52 centièmes, et les deux zones glaciales les 8 centièmes. Ainsi, les deux zones tempérées, les plus iavorahles à l'habitabilité humaine et au développement de

la vie civilisée, forment plus de la moitié de l'étendue de la Terre; les zones glaciales, pour ainsi dire inhabitables, en forment une fraction très petite.

TRANSLATION DE LA TERRE AUTOUR DU SOLEIL

Revenons maintenant au mouvement de la Terre autour du Soleil.

L'attraction du Soleil diminuant d'intensité avec la distance, et le mouvement de translation de la Terre étant régi par cette attraction, l'énorme boulet qui nous emporte vogue plus lentement à l'aphélie qu'au périhélie, en juillet qu'en janvier. La longueur totale de l'immense courbe décrite chaque année par le globe est de 930 millions de kilomètres, ou 232 millions 500 mille lieues, cirque parcouru en 365 jours 6 heures, ce qui donne 106000 kilomètres à l'heure, 1767 par minute ou 29450 mètres par seconde, comme vitesse moyenne. Cette vitesse descend à 28 900 mètres au 1er juillet et s'élève à 30 000 au 1er janvier. Ainsi, en un jour, pendant qu'elle accomplit une rotation sur elle-même, la Terre se déplace, dans le ciel de ,200 fois son diamètre ! Soixante-quinze fois plus rapide que celui d'un boulet de canon, ce *mouvement* est si prodigieux, que si la Terre était arrêtée brusquement dans sa marche, il se transmettrait par rétrogradation, pour ainsi dire, à toutes les molécules constitutives, du globe terrestre, comme si chacune recevait un choc éblouissant, la Terre entière deviendrait instantanément lumineuse et brûlante, et *un immense incendie dévorerait le monde.* La Terre ne peut pas être arrêtée plus que le Soleil clans son cours; un pareil événement serait non-seulement le plus grand de l'histoire, mais il ne serait môme pas historique, puisqu'il ne resterait personne pour le raconter.

On a vu sur notre *fîg.* 18 que la courbe suivie par la Terre du printemps à l'automne est un peu plus longue que la partie contraire parcourue de l'automne au printemps. Le printemps et l'été durent un peu plus longtemps que l'automne et l'hiver, d'autant plus que la Terre elle-même va moins vite sur son orbite en été qu'en hiver. Voici, du reste, la durée respective des saisons, à un dixième de jour près :

Printemps	92, 9
Eté	93,6
Automne	89,7
Hiver	89,0
Année	365 1/4

Les saisons astronomiques commencent aux équinoxes et aux solstices, c'est-à-dire les 20 mars, 21 juin, 22 septembre et 21 décembre, à un jour près, suivant les années. Géométriquement, ces dates devraient plutôt marquer le milieu des saisons, car à partir du 21 juin les jours commencent à diminuer, et à partir du 21 décembre ils commencent à augmenter. La température, au contraire, continue à s'accroître après le solstice de juin, par suite de l'accumulation de la chaleur de jour en jour, et elle diminue après le solstice de décembre pour la raison contraire.

MOUVEMENT DIURNE DES ÉTOILES AUTOUR DU POLE

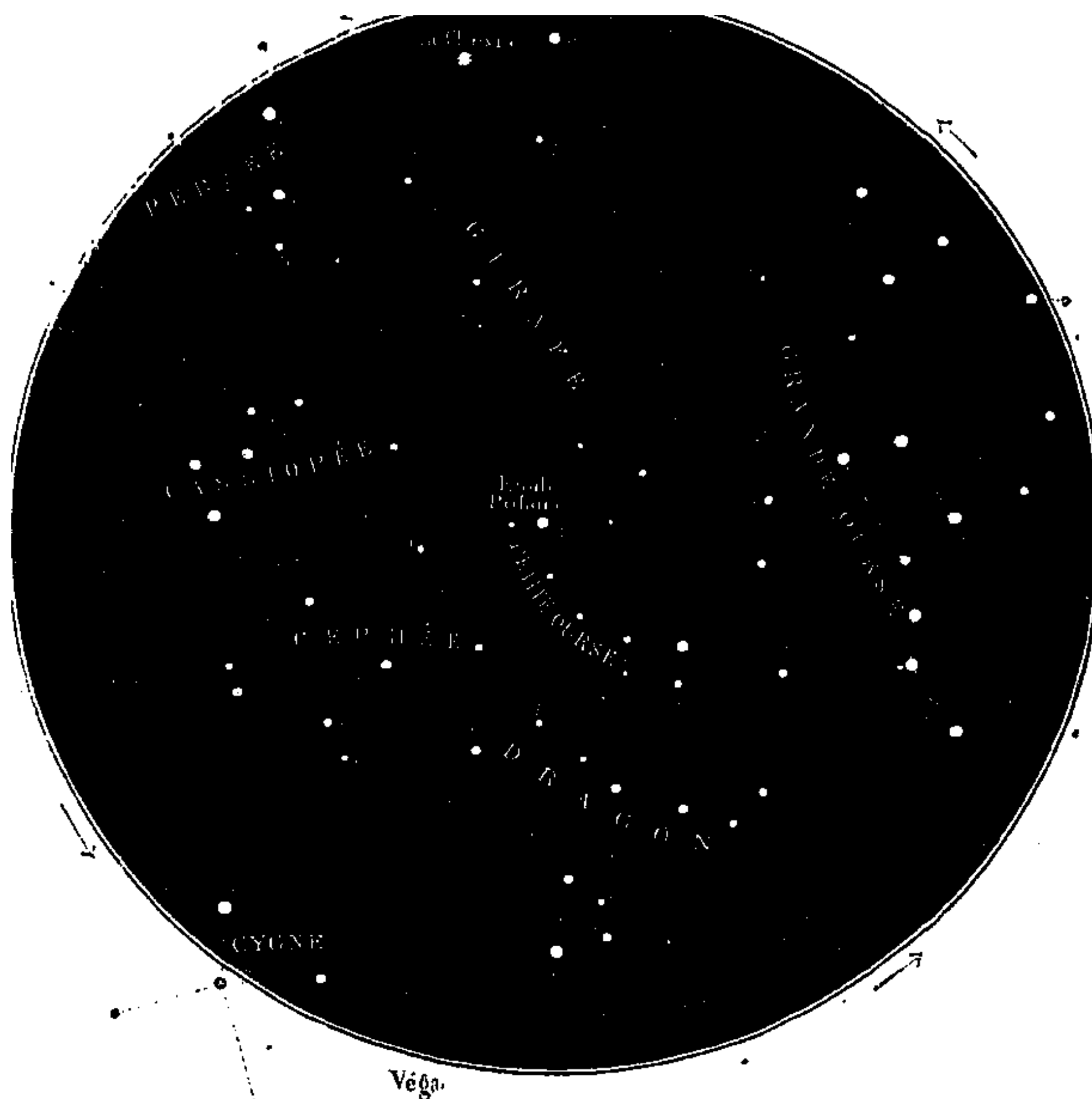


Fig. 21. — Étoiles qui environnent le pôle nord et qui n se couchent jamais pour la France

Le maximum annuel de la température se montre vers le 15 juillet et le minimum vers le 12 janvier. De même, le maximum diurne arrive après midi, vers 2 heures, et le minimum vers 4 heures du matin.

L'axe.de rotation de la Terre, prolongé par la pensée jusqu'à la voûte apparente du ciel, y marque le pôle,- point autour duquel le ciel étoile paraît tourner, en sens contraire du mouvement de rotation de la Terre. L'étoile la plus proche de ce point a reçu le nom d'étoile polaire. Toutes les étoiles tournent en apparence autour du pôle, en sens contraire du mouvement de rotation de la Terre : lorsqu'on regarde le pôle nord, ce mouvement diurne s'exécute en sens contraire de celui des aiguilles d'une montre. Toutes les étoiles dont la distance au pôle est inférieure à la hauteur du pôle au-dessus de l'horizon, ne se couchent jamais : elle glissent au-dessus de l'horizon septentrional et remontent ensuite par la droite du spectateur ou Test. Nous avons tracé sur notre *fig.* 21 les principales de ces étoiles. Cette petite carte céleste nous sera de la plus grande utilité, d'abord pour nous montrer le mouvement du ciel étoile autour du pôle, ensuite pour fixer tout de suite dans notre esprit les formes des constellations perpétuellement visibles pour nos latitudes. On a pris soin de ne dessiner que les étoiles principales, pour ne rien compliquer. Il est facile de s'identifier rapidement à ces constellations boréales : la Petite Ourse, tout près du pôle; la Grande Ourse, composée surtout de sept étoiles remarquables, désignées aussi sous le nom de *Chariot*, toujours faciles à reconnaître; le Dragon, formé d'une ligne sinueuse d'étoiles qui commence entre les deux Ourses; Céphée, Cassiopée, Persée, la Girafe. Nous apprendrons plus loin à connaître ces constellations et toutes les autres; mais il sera fort utile pour nos lecteurs d'essayer tout de suite de reconnaître ces étoiles dans le ciel et d'apprendre à les identifier par la pratique dès la première belle soirée ([1]).

Remarquons sur cette carte la place du pôle. Tout cet ensemble tourne en 24 heures dans le sens indiqué par les llèches. La position représentée est celle du ciel le 21 décembre à minuit, qui est la même que le 20 mars à 6 heures du soir, le 21 juin à midi et le 22 septembre à 6 heures du matin. Si nous retournons la feuille le bas en haut, nous aurons 1 aspect du ciel le

21 juin à minuit, le 22 septembre à 6 heures du soir, le 21 décembre à midi et le 20 mars à 6 heures du matin. Si nous plaçons le côté gauche de la page en bas, nous aurons l'aspect du ciel le 20 mars à minuit, le 21 juin à 6 heures du soir, le 22 septembre à midi et le 21 décembre à 6 heures du matin. Ce serait encore le contraire si nous regardions cette carte en plaçant en bas le côté droit de la page.

Chaque jour, d'heure en heure, l'aspect du ciel change. Ainsi, une heure après celle de la position dessinée sur cette carte, la Grande Ourse est un peu plus élevée, deux heures après plus encore, six heures plus tard elle plane au sommet du ciel; puis elle descend, et, si la nuit est assez longue, on peut la voir douze heures après occuper bipartie du ciel diamétralement opposée à celle qu'elle occupait au commencement de l'observation. Elle peut ainsi facilement indiquer l'heure pendant la nuit. Comme on le voit, elle ne descend jamais au-dessous de l'horizon, ce que les anciens avaient déjà remarqué, et ce que chantèrent en particulier Homère chez les Grecs et Ovide chez les Latin.

(1) On a l'habitude de désigner les étoiles par les lettres de l'alphabet grec. Ceux d'outre nos lecteurs qui ne connaissent pas cet alphabet s'imaginent sans doute qu'il y a là une difficulté insurmontable. Il *n'en* est rien, fort heureusement. Cela peut s'apprendre très simplement. Voici ces lettres et leurs noms. Avec un peu d'attention, le premier venu lira on dix minutes les lettres des étoiles de la carte précédente.

α alpha.	η êta.	ν nu.	τ tau.
β bêta.	θ thêta.	ξ xi.	υ upsilon.
γ gamma.	ι iota.	ο omicron.	φ phi.
δ delta.	κ cappa.	π pi.	χ chi.
ε epsilon.	λ lambda.	ρ rhô.	ψ psi.
ζ zêta.	μ mu.	σ sigma.	ω oméga.

L'étoile la plus brillante do chaque constellation a reçu la première lettre, et a souvent un nom propre, comme *Sirius, Vèga, Arcturus, la Chève* ou *Capclla,* etc.

Toutes les étoiles tournant en 23^h 56^m autour du pôle, en sens contraire du mouvement diurne du globe, passent une fois par jour par le méridien, c'est-à-dire par la ligne idéale tracée du nord au sud, partageant le ciel en deux parties égales. Venant toutes de l'est, les étoiles montent lentement dans le ciel, arrivent au point le plus haut de leur cours, et descendent vers l'ouest, comme le Soleil nous le montre chaque jour lui-même, du reste. L'instrument fondamental de tout observatoire est la *lunette méridienne*, ou *cercle méridien*, instrument ainsi nommé parce qu'il est fixé dans le plan du méridien, ne peut pas s'en écarter, tourne dans ce même plan pour pouvoir être dirigé à toutes les hauteurs possibles, et est destiné à constater le passage des astres au méridien *(fig.* 22). L'instant précis auquel selïectue ce passage se détermine à l'aide,de fils verticaux qui traversent le champ de la lunette et derrière lesquels l'étoile passe.

A cette lunette est adapté un cercle parfaitement vertical, qui sert à mesurer la hauteur des astres ou leur distance au pôle ou à l'équa-teur, pendant que la lunette sert à déterminer l'instant précis de leur passage au méridien. On peut dire que la lunette méridienne fait connaître la ligne verticale sur laquelle l'étoile se trouve, et que le cercle fait connaître la ligne horizontale, de telle sorte que la position exacte de l'astre à l'intersection des deux lignes indique sa position

réelle sur la sphère célesle, comme la position d'une ville sur la Terre est déterminée par sa longitude et par sa latitude.

INSTRUMENTS FONDAMENTAUX D'UN OBSERVATOIRE

Ces instruments ne peuvent saisir les astres qu'au moment où ils passent au méridien, et ne peuvent pas être dirigés vers les autres points du ciel. Aussi le complément naturel de ces appareils, dans tous les observatoires, est-il un instrument monté de façon à être dirigé

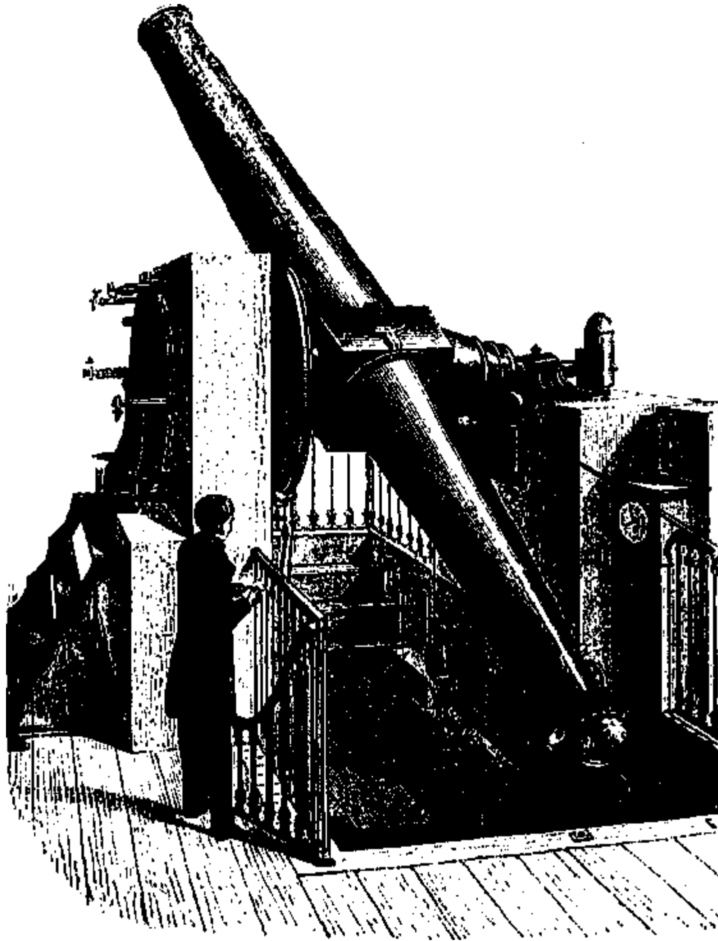


Fig. 22 – Cercle méridien de l’observatoire de Paris

vers toutes les régions de l'espace. Tel est celui que représente notre *fig. 22.* On le nomme équatorial, parce que le mouvement d'horlogerie qui lui est adapté le fait tourner comme la Terre dans un plan parallèle à l'équateur : que l'instrument soit pointé sur une étoile quelconque, et il suivra cette étoile de l'est à l'ouest dans son mouvement diurne. C'est comme si la Terre cessait de tourner pour l'astronome occupé à l'étude de l'étoile. Il y a à l'Observatoire de Paris

plusieurs instruments de cet ordre. Le plus grand mesure 38 centimètres de diamètre et 9 mètres de longueur (il m'a servi à prendre de nombreuses mesures d'étoiles doubles dont il sera question plus tard);

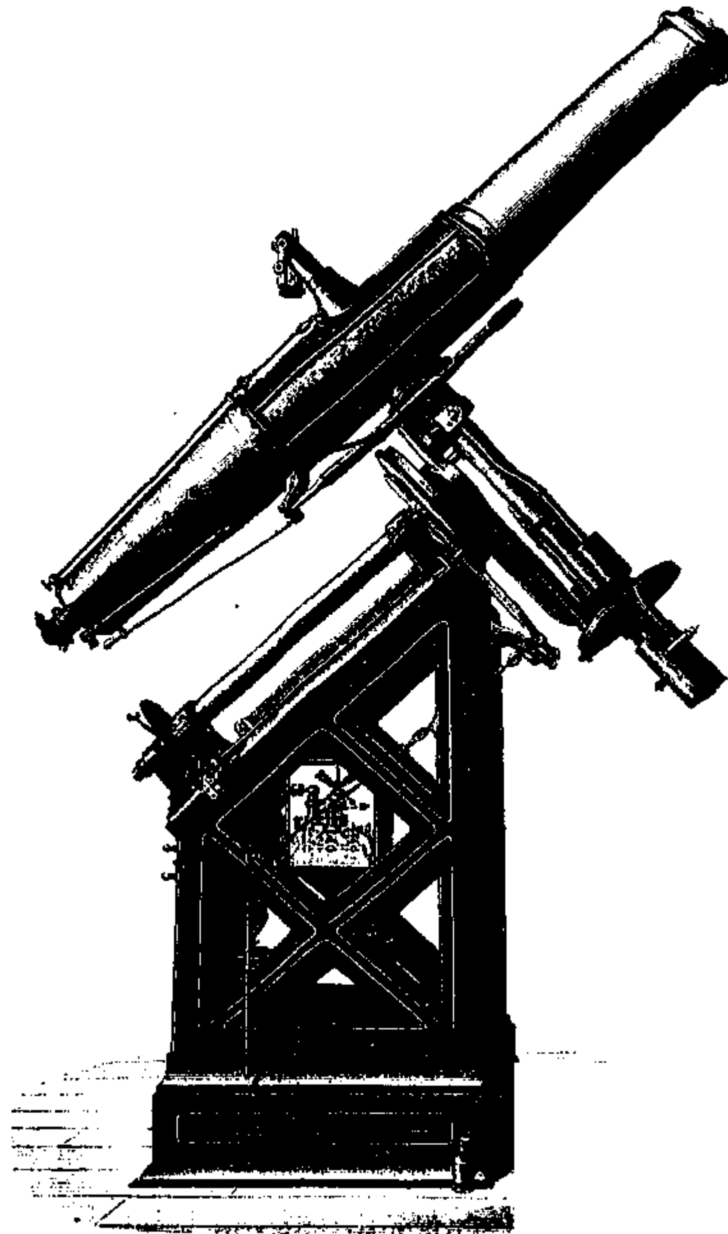


Fig. 23 — *Un* équatorial de l'Observatoire de Paris.

un autre mesure 32 centimètres de diamètre et 5 mètres de longueur; deux autres mesurent *2'k* centimètres et 3 mètres. Nous ne nous étendrons pas davantage ici sur Jes instruments

d'optique., auxquels nous consacrerons une description spéciale à la fin de ce volume.

CHAPITRE IV
Les dix principaux mouvements de la Terre.

La précession des équinoxes.

Aussi mobile que la bulle irisée que le souffle de l'enfant gonfle à l'aide d'une simple goutte d'eau de savon et laisse envoler dans l'air aux rayons du joyeux soleil, le globe terrestre flotte dans l'espace, véritable jouet des forces cosmiques qui l'emportent tourbillonnant à travers les vastes cieux. Nous venons d'apprécier la vitesse de sa translation annuelle autour du Soleil et la forme de sa rotation diurne sur lui-même. Ces deux mouvements ne sont pas les seuls dont notre boule tournante soit animée. Nous avons déjà signalé sommairement

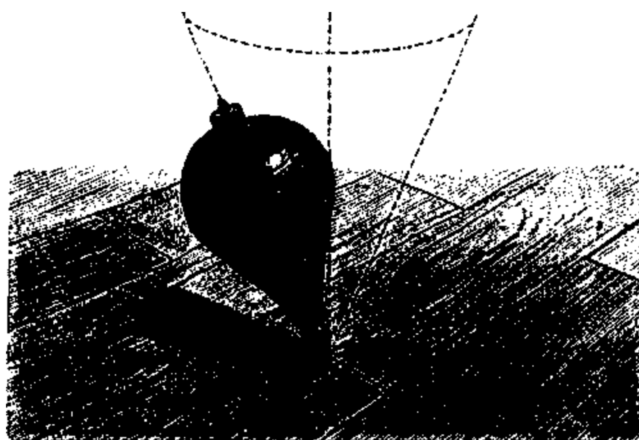


Fig. 24. — Image du déplacement de l'axe de la Terre par la procession des équinoxes.

les huit autres qui se surajoutent dans son balancement éternel. Il importe maintenant de les analyser plus en détail et de les bien comprendre.

Et d'abord l'axe autour duquel la rotation diurne s'effectue, et qui reste, comme nous l'avons vu, dirigé pendant toute l'année

vers le même point du ciel, vers le pôle, n'a pas une fixité absolue. Il se déplace lentement, en décrivant un cône de 47 degrés d'ouverture,

mouvement analogue à celui d'une toupie qui, tout en tournant rapidement sur elle-même, marche penchée sur son axe et trace dans l'espace un cône en forme d'entonnoir que l'on peut représenter géométriquement. Le pôle céleste étant le point où aboutit l'axe terrestre



Fig. 25. - Déplacement séculaire du pêle, depuis 6ooo ans avant noire ère Jusqu'en l'an 18000 Cycle de 25 765 ans.

supposé prolongé, il en résulte un déplacement séculaire de ce point parmi les étoiles. Ce n'est pas toujours la môme étoile qui peut porter le nom *d'étoile polaire.* Actuellement, c'est l'étoile de l'extrémité de la queue de la Petite-Ourse qui est la plus proche du pôle et a reçu ce nom caractéristique. Elle va encore s'en rapprocher jusqu'en l'an 2105; mais

ensuite le pôle s'éloignera d'elle pour n'y plus revenir que dans 25 000 ans. La durée de ce mouvement de précession est de 25 765 ans.

On se rendra facilement compte de ce mouvement par la petite carte céleste qui le représente. Cette carte *(fig.* 25) renferme un peu plus d'étoiles que la première. (L'étudier avec soin.) Son but spécial est de montrer la marche du pôle pendant toute la durée de la révolution dont nous parlons : nous avons indiqué les dates des positions successives du pôle depuis l'an 6000 avant l'ère chrétienne jusqu'en l'an 18000. On voit que, six mille ans avant notre ère, le pôle est passe dans le voisinage de deux petites étoiles de 5° grandeur (') ; l'étoile brillante la plus proche était une étoile de 4"grandeur 0 (thêta) du Dragon. Vers l'an 4500, le pôle passa non loin d'une assez belle étoile de 3e grandeur : c'était l'étoile *t* (iota) de la même constellation. Vers l'an 2700, une autre étoile du même éclat devint polaire, l'étoile a (alpha) du Dragon, qui fut célèbre sous ce titre en Chine et en Egypte. Les anciens astronomes chinois l'ont inscrite dans leurs annales du temps de l'empereur Hoang-Ti, qui régnait l'an 2700 avant notre ère. Les Egyptiens, qui ont élevé leurs grandes pyramides il y a « quarante siècles », ont ouvert les galeries qui permettent de pénétrer dans l'intérieur, juste du côté du pôle nord et à 27 degrés d'inclinaison; ce qui est précisément la hauteur à laquelle s'élevait, pour la latitude de Gizeh, l'étoile alors polaire alpha du Dragon dans son passage inférieur au méridien. Le pôle passa ensuite dans le voisinage de l'étoile de 5e grandeur *i* du Dragon, puis entre B (beta) de la Petite-Ourse et x (cappa) du Dragon : c'était au temps de la sphère de Ghiron, la plus ancienne sphère connue, construite vers l'époque de la guerre de Troie, 1300 ans avant notre ère. On voit ensuite le pôle se rapprocher progressivement de la queue de la Petite-Ourse.

(') On a, dès une haute antiquité, partagé en six grandeurs d'éclat les étoilcs visibles à l'œil nu. Ces grandeurs ne représentent que *l'éclat apparent*, et non les dimensions réelles des étoiles, qui dépendent a la fois de leur lumière et de leurs distances. Les étoiles les plus brillantes forment la 1e grandeur ; viennent ensuite la 2e, la 3e grandeur., etc.; les plus petites visibles *à l'œil nu* formant Je 6e ordre. On compte clans le ciel entier :

18 étoiles	de 1re	grandeur.		550 étoiles	de 4^{e}	grandeur.
59	—	2^{e}	—	1620	—	5^{e}	—
182	—	3^{e}	—	et 4900	—	6^{e}	—

Nous pénétrerons plus loin dans l'étude des étoiles et des constellations. Le

lecteur est invité à bien s'identifier d'abord avec les positions et les grandeurs des étoiles du nord, représentées sur les deux cartes ci-dessus *(fig.* 21 et 25).



Le voyageur, errant sur les rives de la Seine, s'arrêtera sur un monceau de ruines, cherchant la place ou Paris aura, pendant tant de siècles, répandu sa lumière....

PRECESSION DES EQUINOXES. LE MONDE DANS 25000 ANS

Au commencement de notre ère, aucune étoile brillante n'indiquait la place du pôle. Vers l'an 800, il passa tout près d'une petite étoile de la Girafe (étoile double qui porte les *n*° 1339 et 4342 du catalogue). Mais l'étoile polaire actuelle, de 2e grandeur, est en réalité l'une des plus brillantes de celles qui se trouvent sur le chemin du pôle, et elle jouit de son titre depuis plus de mille ans; elle pourra le conserver jusque vers l'an 3500, époque à laquelle on voit la trace du mouvement du pôle s'approcher d'une étoile de 3U grandeur : c'est y (gamma) de Céphée. L'an 6000, il passera entre les deux étoiles de 3e grandeur B (bêta)et *i* (iota) de la même constellation; l'an 7400, il s'approchera de *a* (alpha), du même éclat; l'an 10000, il donnera le titre de polaire à la belle étoile a (alpha) du Cygne, brillante de deuxième grandeur (presque de première), et l'an 13000 il s'approchera de la plus éclatante étoile de notre ciel boréal : *Vêga*, de la Lyre, qui, pendant trois mille ans au moins, sera l'étoile polaire des générations futures, comme elle l'a été il y a dix et douze mille ans pour nos aïeux.

Pendant cette durée, les aspects de la sphère céleste se modifient avec le mouvement du pôle. Le ciel des différentes contrées se renouvelle. Il a quelques milliers d'années, par exemple, la Croix du Sud était visible en Europe; dans quelques milliers d'années, au contraire, l'étincelant Sirius aura disparu de notre ciel européen. Les constellations du ciel austral viennent se montrer à nous pendant quelques siècles, puis se dérobent à nos regards, tandis que nos étoiles boréales vont se montrer aux habitants du sud. La révolution de 257 siècles épuise tous les aspects.

Immense et lente révolution des cieux! que d'événements s'accomplissent sur notre globe pendant la durée d'une seule de ces périodes ! La dernière fois que le pôle occupait biplace qu'il occupe en ce moment, il y a 25 765 ans, aucune des nations actuelles n'existaient, aucun des peuples qui se disputent aujourd'hui la suprématie de la planète n'était sorti du berceau de la nature; déjà sans doute il y avait des hommes sur la Terre, mais les réunions sociales qu'ils ont pu former n'ont laissé aucune trace du degré de civilisation auquel elles avaient pu parvenir, et il est bien probable que ces êtres

incultes et sauvages étaient alors au milieu de ce primitif âge de pierre dont on a recueilli récemment tant de témoignages. Où serons-nous à notre tour lorsqu'après une nouvelle période d'égale durée le pôle sera revenu de nouveau vers sa position actuelle? Français, Anglais, Allemands, Italiens, Espagnols pourront se donner la main dans une commune obscurité. Aucune de nos nations contemporaines n'aura résisté à l'œuvre mordante du Temps. D'autres peuples, d'autres langues, d'autres religions auront depuis longtemps remplacé l'état actuel des choses.

LES GRANDES RÉVOLUTIONS SIDÉRALES

Un jour, le voyageur, errant sur les rives de la Seine, s'arrêta sur un monceau de ruines, cherchant la place où Paris aura pendant tant de siècles répandu sa lumière; peut-être éprouvera-t-il, pour retrouver ces lieux autrefois célèbres, la même difficulté que l'antiquaire éprouve aujourd'hui à reconstituer la place de Thèbes et de Babylone. Notre dix-neuvième siècle sera, *dans l'antiquité,* bien plus enfoncé que ne le sont pour nous les siècles des Pharaons et des anciennes dynasties égyptiennes! Une nouvelle race humaine, intellectuellement supérieure à la nôtre, aura conquis sa place au soleil, et peut-être serions-nous fort surpris, vous et moi, ô lecteur studieux! ô lectrice rêveuse ! de nous rencontrer alors côte à côte, squelettes blanchis et soigneusement étiquetés, — installés dans une vitrine de musée, par un naturaliste du deux cent soixante-seizième siècle, comme de curieux spécimens d'une ancienne race assez féroce, douée cependant déjà d'une certaine disposition pour l'étude des sciences... Vanités des vanités! ô bruyants ambitieux du jour, qui passez votre vie à vous affubler d'oripeaux, de titres dérisoires et de décorations multicolores, dites vous-mêmes ce que le philosophe doit penser de vos glorioles éphémères, lorsqu'il compare vos puérilités à l'œuvre majestueuse de la nature qui nous emporte tous clans la même destinée !...

Ainsi le ciel étoile tout entier marche dans un mouvement d'ensemble qui le fait tourner lentement autour d'un axe aboutissant au pôle de l'écliptique. L'écliptique, c'est le chemin que le Soleil semble parcourir dans le ciel par son mouvement annuel autour de la Terre. Nous avons vu qu'en réalité c'est notre globe qui tourne autour de l'astre radieux. Par un effet de perspective qu'il est facile de s'expliquer, le Soleil paraît marcher en sens contraire et faire le

tour du ciel en un an. C'est le tracé de ce mouvement apparent du Soleil qui s'appelle *VéclLpliquc*, dénomination causée par ce fait que les éclipses n'arrivent que lorsque la Lune se trouve, comme le Soleil, dans le plan de ce grand cercle de la sphère céleste. Le pôle de l'écliptique est le point central de ce grand cercle, sur la sphère, le point sur lequel on placerait la pointe d'un compas ouvert à angle droit pour tracer à 90 degrés de distance le cercle de l'écliptique.

Il résulte de ce mouvement général que les étoiles ne restent pas deux années de suite aux mêmes points du ciel, et qu'elles marchent toutes ensemble pour accomplir [tendant cette longue période une révolution totale. Nous sommes obligés à chaque instant de retracer nos cartes célestes pour en faire en quelque sorte glisser le canevas sur

les étoiles. Les cartes faites en Tannée 1800, par exemple, ne conviennent plus pour 1880, et celles (pie nous dessinons en ce moment ne seront plus d'accord avec le ciel en rannée 1UUU. Il y a des formules mathématiques très précises pour calculer les eflets de ce mouvement et pour déterminer les positions exactes des étoiles à une date quelconque du passé ou de l'avenir.

LE ZODIAQUE. L'ÉQUINOXE

Ce mouvement n'appartient pas au ciel, pas plus que le mouvement diurne et que le mouvement annuel. C'est la Terre seule qui en est

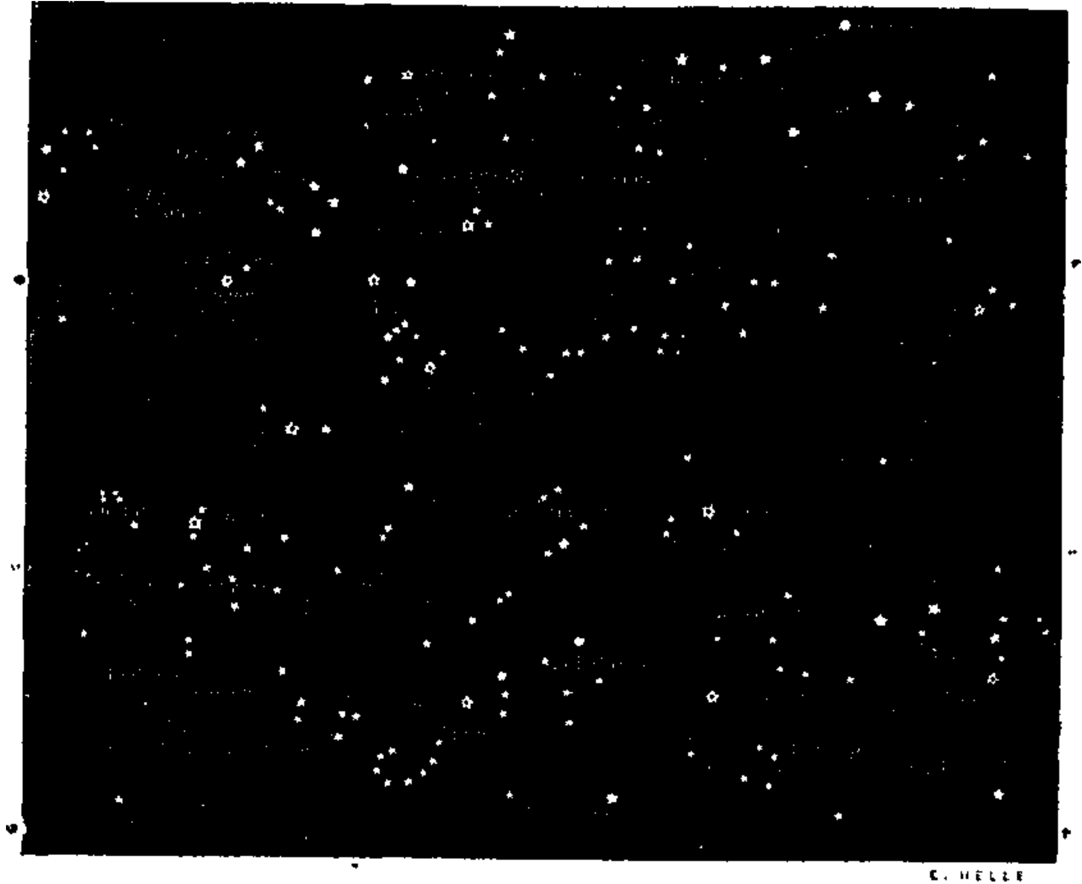


Fig. 27. — Principales étoiles et constellations du zodiaque.

animée, et c'est elle qui accomplit pendant cette longue période une rotation oblique sur elle-même, en sens contraire de son mouvement de rotation diurne. Ce mouvement est causé par l'attraction combinée du Soleil et de la Lune sur le renflement équatorial de la Terre. Si la Terre était parfaitement sphérique, ce mouvement rétrograde n'existerait pas. Mais elle est aplatie à ses pùles et renflée à son équateur. Les molécules de ce bourrelet équatorial retardent un peu le mouvement de rotation : l'action du Soleil et de la Lune les fait rétrograder,et elles entraînent dans ce mouvement le globe auquel elles sont adhérentes.

Voilà donc un *troisième* mouvement de la Terre, mouvement séculaire de la précession des équinoxes ainsi nommé parce qu'il cause chaque année un avancement de l'équinoxe du printemps sur la révolution réelle de la Terre autour du Soleil. Les positions des étoiles sur la sphère céleste sont comptées à partir d'une ligne tracée du pôle au point de l'équateur coupé par l'écliptique au moment de l'équinoxe de printemps. Ce point avance chaque année de l'orient vers l'occident; l'équinoxe a lieu successivement dans tous les points de l'équateur; la vitesse moyenne est de 50 secondes d'arc par an. (Nous expliquerons plus loin ce qu'on entend par *degrés, minutes et secondes* d'arc.)

Les étoiles situées dans la région du ciel que le Soleil semble parcourir, en vertu de son mouvement propre annuel, furent partagées à une époque inconnue, mais qu'on sait être très ancienne, en douze groupes, qu'onappelle *constellations zodiacales.* Le premier, dans lequel le Soleil se trouvait il y a deux mille ans au moment de l'équinoxe, prit le nom de *Bélier;* le deuxième, en marchant de l'occident vers l'orient, s'appela le *Taureau;* le troisième groupe est celui des *Gémeaux;* les trois suivants sont le *Cancer*, le *Lion* et la *Vierge;* les six autres sont la *Balance,* le *Scorpion,* le *Sagittaire,* le *Capricorne,* le *Verseau* et les *Poissons.*

Le mouvement de précession est appelé mouvement rétrograde parce qu'il s'exécute de l'orient à l'occident, ou en sens contraire du mouvement annuel du Soleil, du mouvement mensuel de la Lune, et des mouvements propres de toutes les planètes.

L'équinoxe de printemps arrive actuellement dans la constellation des Poissons, vers la fin, et passera bientôt dans celle du Verseau. Nous avons esquissé *(fig.* 27) les figures des douze constellations zodiacales. La ligne de l'écliptique est la ligne médiane du zodiaque. L'équateur est incliné sur cette ligne, comme nous l'avons déjà remarqué en parlant du mouvement de rotation.de la Terre. Les deux bandes, de six constellations chacune, placées l'une au-dessus de l'autre dans cette carte doivent être supposées se continuer mutuellement en juxtaposant les figures des extrémités, et arrondies en cylindre autour de l'œil de l'observateur. C'est la zone zodiacale de l'immense sphère céleste. On a inscrit au-dessus les mois de l'année pendant lesquels le Soleil passe successivement dans chacune des constellations.

Nous pouvons nous représenter la marche du Soleil équinoxial le long des constellations du zodiaque comme nous nous sommes représente la marche séculaire du pôle parmi les étoiles du nord.

LA ZODIAQUE. – L’ÉQUINOXE. - VARIATION DE L'ANNÉE

Au commencement de notre ère, l'équinoxe arrivait aux premiers degrés du Bélier; 2150 ans auparavant,il coïncidait avec les premières étoiles du Taureau, qui était le signe équinoxial depuis l'an 4300 avant notre ère. C'est probablement pendant cette époque que les premiers contemplateurs du ciel ont formé les constellations zodiacales, car dans tous les anciens mythes religieux le Taureau est associé à l'œuvre féconde du Soleil sur les saisons et les produits de la terre, tandis que l'on ne trouve aucune trace d'une association analogue des Gémeaux. C'était déjà une légende il y a dix-huit siècles, lorsque Virgile salue le Taureau céleste ouvrant avec ses cornes d'or le cycle de l'année :

Candidus auratis aperit quum cornibus annum Taurus, et
averso cedens Canis occidit astro.

Les étoiles du Taureau, notamment les Pléiades, étaient pour les Egyptiens, pour les Chinois, et encore pour les premiers Grecs, les étoiles de l'équinoxe. Les annales de l'astronomie nous ont conservé une observation chinoise de l'étoile • n *(êta)* des Pléiades, comme marquant l'équinoxe de printemps l'an 2357 avant notre ère.

Cet avancement séculaire de l'équinoxe n'est pas tout à fait uniforme et il en résulte que l'année tropique n'est pas absolument invariable. Ainsi, elle est maintenant plus courte de 11 secondes que du temps d'Hipparque et de 30 secondes que du temps où la ville de Thèbes, en Egypte, était la capitale du monde. Au commencement de ce siècle, elle était de 365 jours 5 heures 48 minutes 51 secondes. Elle diminue. Sa plus longue durée a eu lieu l'an 3040 avant notre ère ; sa plus courte durée aura lieu en l'an 7000 avec 76 secondes de moins qu'en l'an 3010 avant J.-C. Un centenaire de nos jours a réellement vécu vin°'t minutes de moins qu'un centenaire du siècle d'Auguste, et une heure de moins qu'un centenaire de l'an 2500 avant notre ère.

Les anciens s'étaient figuré que l'état politique du globe était aussi périodique, et que ce qu'ils nommaient la grande année devait ramener sur la terre les mêmes peuples, les mêmes faits, la même histoire, comme dans le ciel la suite des siècles ramène les mêmes aspects des astres. On prend en général trente mille de nos ans pour cette grande année. Sans doute la période des équinoxes, que l'on croyait de cette durée, a donné naissance à cette fixation

postérieure. Comme on admettait que les destinées humaines dépendaient des influences planétaires, il était naturel de croire que les mêmes configurations de ces astres devaient reproduire les mêmes événements. Mais, pour ramener les planètes à la même position relative, il ne suflirait pas de trente mille ans, à beaucoup près. Pour ramener la Lune, Saturne, Jupiter, Mars, Vénus et Mercure au même degré du zodiaque, il faudrait une révolution ou période de *deux cent cinquante mille siècles :* que serait-ce si nous ajoutions à ce calcul les planètes Uranus et Neptune, ainsi que les petites, invisibles à l'oeil nu! Les astrologues croyaient qu'à la création du monde toutes les planètes étaient sur la même ligne. Il y a même do savants doctrinaires qui sont allés jusqu'à calculer le jour et l'heure de la création du premier homme. D'après un ouvrage que j'ai sous les yeux, cet événement, si intéressant pour nous tous, serait arrivé le 21 septembre de l'an... zéro, à 9 heures du matin !

Ces durées de périodes célestes dépassent l'idée ordinaire que l'homme se fait du temps quand il admire l'âge d'un centenaire. Ces événements sidéraux, qui ne se reproduisent qu'après des milliers de siècles et qui nous paraissent de très rares occurrences, sont au contraire pour l'éternité des phénomènes fréquents. Ces périodes de millions de siècles ne sont que les... secondes... de l'horloge éternelle.

Mon vieux maître et ami Babinct racontait sur cette grande année de trente mille ans, qui doit tout remettre dans le même état après cette période, une anecdote assez piquante. ,

Des étudiants d'une université d'Allemagne sont à table, faisant, à la fin d'une année d'études, un dîner d'adieu. On parle de la grande année, du plaisir que donnerassurance de se retrouver tous à cette môme place dans trente mille ans. L'hôte, qui tient le milieu du festin et qui veille au service, se pique de philosophie et prend part à la conversation. ïï exprime sa profonde conviction de la vérité de ce qui vient d'être dit, et, au moment où on se lève de table, l'amphytrion salarié témoigne à ses convives le bonheur qu'il aura à les retrouver à la fin de la grande année. « Au revoir donc, messieurs ! » Celui qui était chargé de payer s'adresse alors à l'hôte et lui demande de faire crédit jusqu'à la prochaine réunion. Celui-ci, fidèle à ses convictions, accepte, non sans un secret déplaisir. Déjà le payeur remettait la bourse dans sa poche, lorsque l'hôte, se ravisant, dit à ses convives : « Puisque nous serons comme aujourd'hui dans trente mille ans, nous étions déjà ainsi ensemble

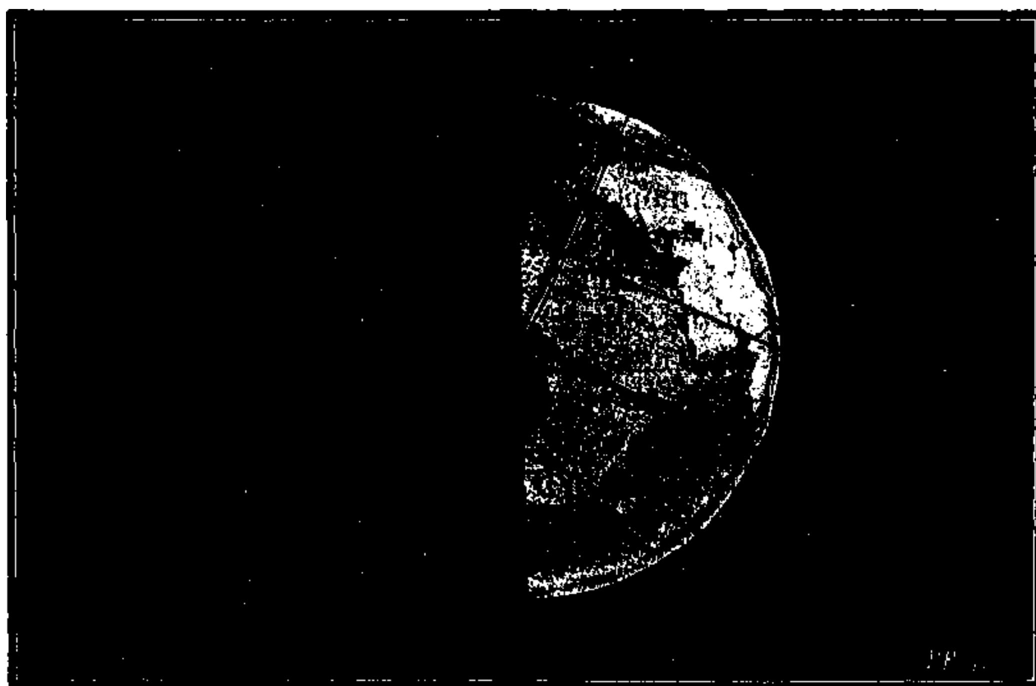
il y a trente mille ans? Sans doute, s'écrie-t-on de toutes parts. Eh bien, messieurs, alors, vous m'avez demandé crédit comme aujourd'hui. Payez-moi le dîner d'il y a trente mille ans, j'attendrai pour celui-ci. »

CHAPITRE V

Suite et fin des dix principaux mouvements de la Terre.

Nous arrivons maintenant à un *quatrième* mouvement de la Terre.

Nous avons vu que l'axe de notre planète est incliné de 23 degrés 27 minutes sur la perpendiculaire au plan dans lequel elle se meut autour du Soleil, et qu'on appelle le plan de 1'écliptique. Nous tournons obliquement; mais cette obliquité varie aussi de siècle en siècle.



Flg. 28. — Inclinaison de l'axe du globe.

Onze cents ans avant notre ère, elle a été mesurée par les astronomes chinois, ' et trouvée de 23 degrés 27 minutes (nous expliquerons bientôt la valeur de ces mesures). L'an 350 avant notre ère également, elle a été mesurée à Marseille par Pythéas et trouvée de 23 degrés 49 minutes. Toutes les mesures modernes confirment cette diminution, qui a été, comme on le voit, de 27 minutes depuis 2980 ans. Elle décroît actuellement en raison de 1 minute pour 125 ans. Si cette diminution était constante, elle serait de 60 minutes

ou de 1 degré en 7500 ans, et dans 177 000 ans nous aurions le plaisir d'avoir le globe perpendiculaire, d'avoir vu les saisons s'atténuer et disparaître, et de jouir *d'un printemps perpétuel*. C'est ce qu'ont rêvé de confiants utopistes.

Les anciennes traditions nous ont même conservé le souvenir idéal d'un *âge d'or* dont l'humanité aurait joui dès son berceau enchanteur. Alors, disait-on, la Terre féconde donnait ses trésors sans culture, alors tous les animaux étaient les humbles serviteurs de l'homme, alors les arbres étaient couverts de fruits savoureux, les fleurs toujours épanouies, l'air embaumé de parfums, le soleil toujours radieux, et jamais les tempêtes ni les frimas ne venaient troubler l'harmonie charmante de la création. On peut môme lire dans le poème si curieux de Milton sur le *Paradis perdu*, au chant dixième, l'histoire des conséquences de la faute d'Adam... ou d'Eve,.. entre autres l'arrivée d'anges robustes envoyés par l'Eternel, et a poussant avec force Taxe du globe pour l'incliner », de manière à nous donner, à nous, malheureux descendants de cet heureux couple, les saisons les plus désagréables et les plus rudes possible !...

La mécanique céleste montre que ce sont là des rêves. Il n'y a qu'un balancement léger de l'équateur sur l'écliptique, dont l'amplitude ne dépassera pas 1 degré 21 minutes. La diminution va se continuer encore quelque temps, puis elle s'arrêtera, et un mouvement contraire s'opérera. Ce *quatrième* mouvement de la Terre se nomme la variation de *l'obliquité de l'écliptique.*

La diminution est actuellement de moins de la moitié d'une seconde par an. Voici l'état précis de l'obliquité de l'écliptique pour un intervalle de dix ans, à la date du 1er janvier de chaque année :

1875........................	23° 27' 20"	1881..........	23°27'17''
1876........................	23° 27' 19"	1882.............................	23° 27'17"
1877........................	23°27' 19*	1883.............................	23° 27'16"
1878........................	23° 27' 18"	1884.............................	23« 27'16"
1879........................	23°27'18''	1885.............................	23° 27'15"
1880........................	23° 27' 18"		

En 1800, cet élément était de .... 23° 27' 55"

En 1900, il sera de.. 23° 27' 9"

Pendant que l'axe idéal autour duquel la rotation diurne s'effectue tourne lentement dans l'espace de manière-à parcourir en 25 705 ans le cycle de la précession des équinoxes, l'influence de la Lune fait décrire à cet axe un petit mouvement giratoire en vertu duquel le pôle dessine sur la sphère céleste une petite ellipse de 18 secondes de longueur sur 14 de largeur, dirigée vers le pôle de l'écliptique, et parcourue en dix-huit ans et demi. C'est là un mouvement pour ainsi dire microscopique. Mais il n'en est pas moins réel, et n'en affecte pas moins les positions apparentes de toutes les étoiles. Le résultat de ces deux mouvements, l'un sur un cercle tracé à 23 degrés et demi du pnle de l'écliptique (comme nous l'avons vu p. 47), l'autre sur une petite ellipse, glissant en quelque sorte le long du cercle précédent, est le tracé d'un anneau légèrement ondulatoire, au lieu du cercle régulier que nous avons tracé sur notre *fuj*, 25. Cette *cinquième* altération dans le mouvement de notre planète a reçu le nom de *nidation* ; elle est due, comme la précession, au renflement équatorial du globe, sur lequel agit l'attraction delà Lune.

Ainsi, il se greffe sur la marche générale du pôle un mouvement de lacet, dont les fluctuations ne tombent pas en nombre exact dans une circonférence, et font par là que le pôle ne revient jamais rigoureusement a son point de départ. Il existe encore une autre différence : c'est que le rayon de la circonférence directrice varie lui-même incessamment, en sorte que la courbe ne se rejoint pas tout à fait, mais forme une spire qui, à l'époque actuelle, va en diminuant; mais elle se dilatera plus tard de nouveau. Cette spire, qui s'ouvre et se ferme tour à tour, rappelle le mouvement du ressort spiral d'une montre. Voilà une nouvelle irrégularité dans le mouvement de la Terre; elle est due à la variation de l'obliquité de l'écliptique, dont nous venons de parler. Quelle prodigieuse légèreté! Ce globe terrestre, qui nous paraît si lourd, se tient dans le vide en obéissant à la plus faible influence extérieure, et son cours, qui paraît à première vue grave et austère, est au contraire composé de balancements variés qui rappellent, comme nous le disions plus haut, les oscillations de la bulle de savon flottant dans l'air. On se souvient de cette irrévérencieuse boutade sur la légèreté des femmes, thème chéri du temps delà Régence : « Qu'y a-t-il de plus léger que la plume? — La poussière... Que la poussière? — Le vent... Que le vent? — La femme... Que la femme? — *Rien* ! »... Nous pourrions presque répondre : *la Terre;* car, vraiment, elle est encore plus capricieuse en apparence que la plus aérienne fille d'Eve. Si nous ne connaissions pas les influences qui la font agir,

nous la prendrions pour une personnalité qui, loin de vouloir obéir a la seule attraction de son légitime soleil, fait tout ce qu'elle peut pour s'en affranchir et pour varier sa route, —sans toutefois s'en écarter assez pour perdre les prérogatives attachées à sa position. Mais ces irrégularités ne sont rien encore.

Nous avons vu (p. 35 et *fig.* 18) que l'orhite suivie par la Terre autour du Soleil n'est pas circulaire, mais elliptique. Eh bien! cette ligure de l'orhite terrestre n'est pas constante non plus : l'ellipse est tantôt plus et tantôt moins allongée. Actuellement, l'excentricité est de *168* dix-millièmes; il y a cent mille ans, elle était près de quatre fois plus forte : de 473 dix-millièmes; dans 24000 ans, elle sera au contraire descendue à son. minimum (33 dix-millièmes) et l'orhite terrestre sera presque un cercle parlait; puis elle augmentera de nouveau. Cette *variation de l'excentricité* peut être considérée comme un *sixième* mouvement affectant les allures de la Terre dans sa destinée séculaire. Dans 24 000 ans, il n'y aura pour ainsi dire plus de périhélie ni d'aphélie, puisque la planète sera presque à la même distance du Soleil dans le premier point que dans le second.

Un *seiitiàmo* mouvement, causé par les influences générales des planètes, fait tourner le périhélie (le point de l'orhite le plus rapproché du Soleil) le long de cette orhitc elle-même, de sorte quo le grand axe de l'ellipse ne reste pas deux années de suite parallèle à lui-même. Quatre nulle ans avant notre ère, la Terre arrivait au périhélie le 21 septembre, le jour de l'équinoxe d'automne. L'an 1250 de notre ère, elle y passait le jour du solstice d'hiver, le 21 décembre; alors nos hivers, arrivant dans la section de l'ellipse la plus proche du Soleil, étaient les moins froids qu'ils puissent être, et nos étés, se trouvant dans la section de l'orbite la plus éloignée, étaient les moins chauds qu'ils puissent être. Comme la différence de distance entre le périhélie et l'aphélie est de plus d'un million de lieues, et celle de la chaleur reçue de un quinzième, cette variation doit avoir une influence réelle sur l'intensité des saisons. Le périhélie arrive aujourd'hui le 1er janvier. Nos hivers tendent à devenir plus froids, et nos étés plus chauds. C'est en l'an J1 900 que nos étés seront les plus chauds et nos hivers les plus froids possible. Mais on sait qu'il y a chaque année des causes locales de perturbations. Enfin, l'an 17000, le périhélie sera revenu au point où il se trouvait quatre mille ans avant Jésus-Christ, c'est-à-dire à l'équinoxe d'automne. Ce cycle est de 21 000 ans. — Plusieurs géo-logues ont pensé qu'à cette période correspondait un

renouvellement des continents et une rénovation du globe; mais ce n'est là qu'une hypothèse.

A toutes ces complications il faut ajouter maintenant celle qui est produite par l'attraction des différentes planètes, suivant leurs situa- tions relativement à la Terre. Tous les corps s'attirent, en raison directe de leur poids et en raison inverse, du carré de leur distance, (c'est-à-dire de leur distance multipliée par elle-même). Lorsque la Lune, par exemple, se trouve en avant de la Terre dans son cours, elle la tire en quelque sorte etla fait avaucer un peu plus vite; lorsqu'elle est en arrière, elle la retient et la relarde. Les planètes Vénus et Jupiter nous inilueiicent aussi d'une manière très sensible dans notre mouvement autour du Soleil, la première parce qu'elle est très proclie, la seconde, malgré son éloignement, parce qu'elle est très puissante Cette *Iiuiliiuiui* irrégularité apportée aux mouvements de la Terre est connue et étudiée sous le nom de *porLurladiom.*

Lorsque toutes les planètes se trouvent ensemble d'un même coté du Soleil, elles attirent cet astre vers elles, et le déplacent du foyer géométrique, de sorte que son centre de gravité ne coïncide plus avec le centre de figure du globe solaire. Or, connue la Terre gravite annuellement autour du centre de gravité, et non autour du centre de figure, il y a encore là une complication nouvelle (une *neuvième)* apportée à la translation elliptique de notre planète autour du Soleil.

Voilà sans doute une série d'arguments un peu techniques et, je le crains, aussi dépourvus d'ornements que « le discours d'un académi- cien », comme eût dit Alfred de Musset. Je crains un peu de me trouver, dès ces premières pages de mon livre, dans la situation de l'austère académicien Berthoud, dont les démonstrations scientifiques sur l'horlogerie étaient savantes, mais, disons le mot, ennuyeuses. Pourvu que mes lecteurs n'imitent pas les auditeurs de Berthoud à l'Institut! Un jour, pendant que le savant horloger exposait sa théorie de l'échappement, un savant atrabilaire écrivit le quatrain que voici :

Berthoud quand de l'échappement

Tu nous traces lu théorie, Heureux qui peut miroitement

S'échapper de l'Académie!

puis il passa le billet à son voisin et sortit. Son voisin, excédé comme lui, lut le papier et profita du conseil, en sorte que de proche en proche la désertion l'ut complète. Il ne resta que le lecteur avec

le président et les secrétaires, que leur grandeur attachait à leurs fauteuils!

Quant à nous qui voulons apprendre à connaître l'état réel de l'univers, il était important de commencer par l'examen de la situation de la Terre et de ses mouvements dans l'espace. Les termes que l'on n'aura pas exactement conquis seront expliqués dans les chapitres suivants, et aucune ombre ne devra rester dans l'esprit.

Mais nous n'en avons pas encore fini avec les mouvements de notre inonde, et nous devons encore en expliquer ici un *dixièinc*, plus important et plus considérable que tous les précédents réunis, car il représente le véritable mouvement astral du Soleil, de la Terre, et de toutes les planètes dans l'infini.

Le Soleil n'est pas immobile dans l'espace. Il marche, et entraîne avec lui la Terre et tout le système planétaire. On a reconnu son mouvement par celui des étoiles. Lorsque nous volons en chemin de fer, avec la vitesse du nouveau pégase de la science moderne, à travers les campagnes diversifiées de champs, de prairies, de bois, de collines, de villages, nous voyons toutes les formes courir en sens contraire de notre mouvement. Eh bien! en observant attentivement les étoiles, nous observons un fait analogue dans les objets célestes. Les étoiles paraissent animées de mouvements qui les précipitent en apparence vers une certaine région du ciel, celle qui est derrière nous; de chaque enté de nous elles semblent fuir, et les constellations qui sont devant nous paraissent s'agrandir comme pour nous ouvrir un passage. Le calcul a montré que ces apparences de perspective sont causées parla translation du Soleil, de la Terre, et de toutes les planètes vers une région du ciel marquée par la constellation d'Hercule. Nous voguons vers cette région avec une vitesse au moins égale à celle de la Terre sur son orbite, c'est-à-dire qu'à part les 235 millions de lieues que nous parcourons par an dans notre révolution autour du Soleil, nous en faisons au moins autant en avançant dans l'espace. Nous arrivons des parages étoiles où scintille Sirius, et nous voguons vers ceux où brillent les astres de la Lyre et d'Hercule. Depuis qu'elle existe, la Terre n'est pas passée deux fois par le môme sillage.

Par une belle nuit d'été, lorsque les beautés du ciel multiplient leurs-yeux brillants sous la voûte obscure et silencieuse, cherchez parmi les constellations la brillante Véga de la Lyre, étoile de première grandeur qui scintille au bord de la voie lactée. Non loin de là, dans cette voie blanchâtre, le Cygne est étendu comme une croix immense; à l'opposé du Cygne, relativement à Véga, à une

certaine distance se dessine la Couronne boréale, facile à reconnaître par sa forme, composée de six étoiles principales tressées en couronne.

Eh bien! entre Véga et la Couronne *(voy. fig.* 29), vous remarquerez un certain nombre d'étoiles de 3e et 4e grandeur. Elles appartiennent à la constellation d'Hercule : c'est là le point du ciel vers lequel nous sommes emportés dans la destinée universelle des mondes. Si ce transport se perpétue en ligne droite, nous aborderons dans quelques millions de siècles les plages éclairées par ces lointains soleils.

J'ai eu la curiosité de désirer me représenter cette chute dans l'infini.

Comme il n'y a ni haut ni Las dans l'univers, nous pouvons, pour mieux sentir cette translation au milieu des étoiles, et pour l'orienter relativement au plan général du système planétaire, prendre pour point de comparaison l'écliptique. Toutes les planètes et les satellites tournant autour du Soleil dans le zodiaque avec une faible inclinaison sur l'écliptique, nous pouvons nous demander si le système solaire, comparable à un disque lancé dans l'espace, voyage dans le sens de son étendue, dans son horizon, pourrions-nous dire, ou bien s'il tombe à plat ou s'il glisse obliquement. On peut répondre sans doute (pie du moment, que l'on tombe, peu importe de savoir si c'est à plat ou de côté. Toutefois, le sujet n'en est pas moins intéressant.



Fig. 29. — Région du oiol vers laquelle noua voguons, dans le dixième mouvement de la Terre.

Si donc nous prenons pour horizontale le plan de l'écliptique, et pour verticale Jo pôle de l'écliptique, nous pouvons tracer la figure de notre chute dans l'espace, chute réelle, puisque c'est la pesanteur qui la produit. Or, point fait un angle de 38 degrés avec le pôle de l'écliptique. *La* direction du mouvement du système solaire dans l'espace est représentée par la grande flèche droite *{fig.* 30) ; nous ne tombons pas à plat, ni dans le sens du disque planétaire, mais obliquement à travers le vide béant, comme le vautour qui décrit dans l'air ses immenses spirales, et nous courons à grande vitesse vers l'inaccessible abîme.

Telle est l'uranographie de la Terre : Rotation diurne sur son axe, révolution annuelle autour du Soleil, précession des équinoxes

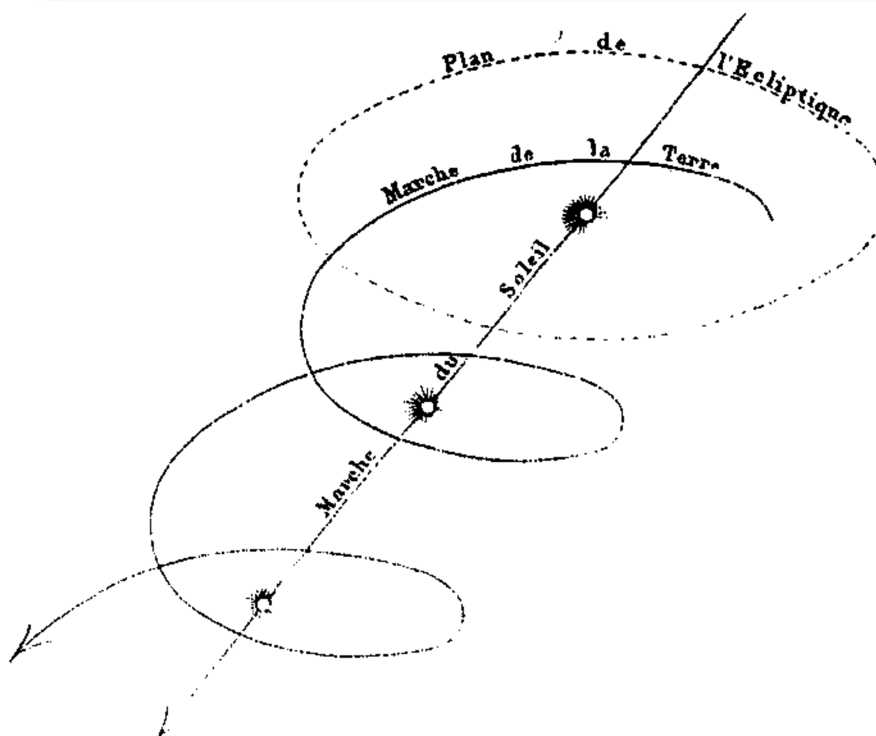


Fig. 30. — Chute en spirale de la Terre et du Soleil dans l'espace.

nutation, — balancement de l'écliptique, —variation de l'excentricité, — déplacement du périhélie, perturbations planétaires, — dérangement du centre de gravité du Soleil, — translation du système solaire, — actions sidérales inconnues, — t'ont pirouetter notre petit globe, qui roule avec rapidité dans l'espace, perdu dans les myriades de mondes, de soleils et de systèmes dont l'immensité des cieux est peuplée. L'étude de la Terre vient de nous faire connaître le Ciel, et dans l'atome microscopique que nous habitons se sont révélées les vibrations de l'Infini! Ces notions constituent la base essentielle de l'astronomie moderne, et nous venons de faire le premier pas, le plus dil'licile. dans la connaissance exacte do l'univers.

CHAPITRE VI

La Terre, planète et monde. Démonstration théorique et pratique des mouvements de notre globe. La vie sur la Terre.

Le sage n'affirme rien qu'il ne prouve, dit un vieux proverbe. L'astronomie est la plus exacte des sciences. Toutes les vérités qu'elle enseigne sont absolument démontrées, et ne peuvent être contestées par aucun esprit qui s'est donné la peine (ou plutôt le plaisir) de s'instruire clans l'étude de cette science admirable.

Sans doute, il y a des démonstrations mathématiques d'un ordre transcendant qui ne peuvent pas être rendues populaires. Mais, fort heureusement pour le sentiment général, les preuves fondamentales de la situation de la Terre dans l'espace et de la nature de ses mouvements peuvent être exposées sous une forme accessible à tous et aussi facile à comprendre que les raisonnements vulgaires de la plus simple logique.

« Les astronomes auront beau faire, écrivait en 1815 un membre de l'Institut qui ne manquait pourtant pas d'esprit, Mercier, ils ne me feront jamais croire que je tourne comme un poulet à la broche ». L'opinion personnelle du spirituel auteur du *Tableau de Paris* n'empêchait certes pas la Terre de tourner, car, bon gré, malgré, nous tournons. Comme l'écrivait Racine fils dans son poëmo sur *la Religion :*

La Terre nuit et jour à sa marche.

Fidèle Emporte Galilée et son juge avec elle.

Je connais encore aujourd'hui bien des personnes, en apparence instruites, qui doutent du mouvement de la Terre, et qui, pour une raison ou pour une autre, s'imaginent que les astronomes peuvent se tromper, que le système de Copernic

n'est pas mieux démontré que celui de Ptolémée, et que, dans l'avenir, la science pourra faire des progrès qui renverseront nos idées actuelles comme la science moderne a renversé les idées anciennes. A coup sûr, ces personnes-là ne se sont pas donné le plaisir d'étudier sérieusement la question. Il est donc intéressant à tous les points de vue de réunir en un même corps d'arguments les preuves positives que nous avons des mouvements de la Terre.

SPHÉRICITÉ DU GLOBE. — LA PESANTEUR

Je ne ferai pas à mes lecteurs l'injure d'insister sur les preuves de la sphéricité de la Terre. On a fait depuis trois cents ans le tour du monde à peu près dans tous les sens ; on a mesuré la grandeur et déterminé la forme de notre globe par des procédés bien connus ; les éléments même de la géographie sont universellement enseignés : personne ne peut douter que la Terre soit ronde comme une sphère.

La première difficulté qui empêche encore aujourd'hui certains esprits d'admettre que notre globe puisse être suspendu comme un ballon dans l'espace, et complètement isolé de toute espèce de point d'appui, provient d'une fausse notion de la pesanteur. L'histoire de l'astronomie ancienne nous montre une anxiété profonde chez les premiers observateurs, qui commençaient à concevoir la réalité de cet isolement, mais qui ne savaient pas comment empêcher de *tomber* ce globe si lourd sur lequel nous marchons. Les premiers Chaldéens avaient fait la Terre creuse, semblable à un bateau; elle pouvait alors flotter sur l'abîme des airs.

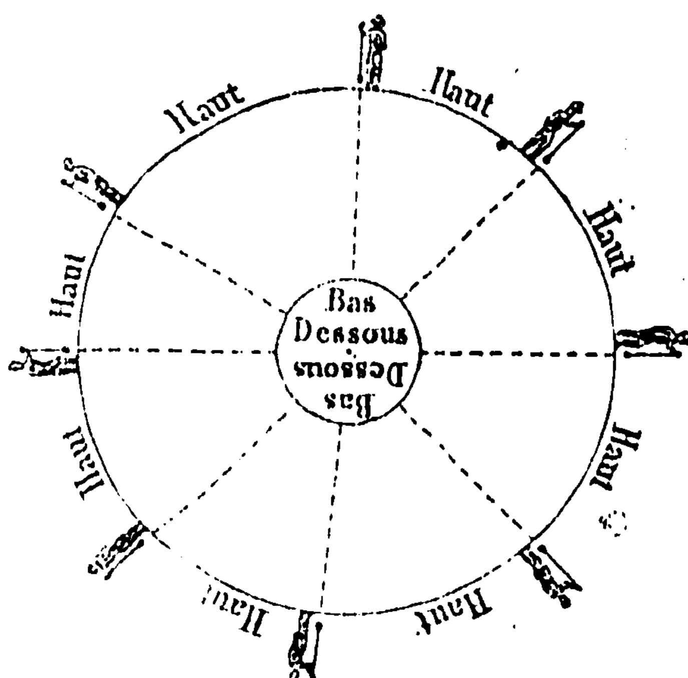


Fig. 31. — Tout autour du globe la pesanteur est dirigée vers le centre.

Les anciens Grecs l'avaient posée sur des piliers, et les Egyptiens sur le dos de quatre éléphants, comme nousl'avons déjà remarqué; les éléphants étaient installés sur une tortue; et la tortue nageait sur la mer... Quelques anciens voulaient aussi que la Terre reposât sur des tourillons placés aux deux

pôles. D'autres pensaient qu'elle devait s'étendre indéfiniment au-dessous de nos pieds. Tous ces systèmes étaient conçus sous l'impression d'une fausse idée de la pesanteur. Pour s'affranchir de cette antique illusion, il faut savoir que la pesanteur n'est ou un effet produit ver l'attraction d'un centre. Les objets situés tout autour du globe terrestre tendent vers un centre, et tout au toutes les verticales dirigées vers ce centre. Le globe terrestre attire tout à lui, comme un est donc un non-sens : Ou pourrait-elle tomber? Il faudrait qu'un autre corps plus fort qu'elle l'attirât. Toutes les verticales sont dirigées vers le centre du globe. Si nous imaginons une série d'hommes debout tout autour de la Terre avec un fil à plomb à la main, tous ces fils à plomb, indiquant la pesanteur, seront dirigés vers le centre, qui est ainsi le *bas*, le *dessous*, tandis que toutes les têtes représentent le *haut*, le *dessus (pg.* 31). Lorsque nous considérons notre globe isolément dans l'espace, nous ne faisons là rien qui puisse donner prise à l'objection qui craint de le voir tomber on ne sait où. *Il n'y a ni haut ni bas dans L'univers.* Si la Terre existait toute seule, elle resterait éternellement au point où elle aurait été posée, sans pouvoir se déplacer en aucune façon.

PREUVES POSITIVES DES MOUVEMENTS DE LA TERRE

Examinons maintenant la question du mouvement. Nous voyons tous les astres tourner autour de la Terre en vingt-quatre heures. Il n'y a que *deux* suppositions à faire pour expliquer le fait : ou bien ce sont eux qui tournent de l'est à l'ouest, ou bien c'est le globe terrestre qui tourne sur lui-même de l'ouest à l'est. Dans les deux cas, les apparences seront les mêmes pour nous, et absolument les mômes, attendu que le déplacement des corps célestes qui ne participent pas au mouvement de la Terre est le seul indice de ce mouvement, notre navire éthéré n'ayant à heurter nul obstacle dans sa marche. Si, par exemple, un homme dans un bateau qui glisse au millieu du cours d'une rivière n'en était jamais sorti, était né dans ce bateau et avait reçu une éducation qui l'ait convaincu que les apparences sont réelles et que, comme il le voit, le rivage, les arbres, les collines marchent lentement de chaque côté de lui, cet homme aurait évidemment la plus grande peine à se désabuser de son opinion, et tous les raisonnements du monde

ne le convaincraient pas immédiatement de son erreur. Il lui faudrait une certaine réflexion pour arriver à comprendre que les villages ne marchent pas.

Comment donc nous, les navigateurs du navire terrestre, pourrons-nous arriver à la certitude sur ce même point et savoir si c'est vraiment le ciel qui tourne autour de la Terre ou si c'est la Terre qui tourne sur elle-même?

Dans le premier cas, voici ce qu'il faudrait admettre. L'astre le plus proche de nous, la Lune, est à 96 000 lieues d'ici. Elle aurait donc à parcourir, en 24 heures, une circonférence de 192000 lieues de diamètre, c'est-à-dire de 603 000 lieues de longueur. Il lui faudrait pour cela courir avec une vitesse de 25125 lieues par heure, c'est-à-dire faire plus de 400 lieues par minute, 28 kilomètres par seconde.... La distance de la Lune n'est pas contestable : elle est plus exactement mesurée, par triangulation, que celle de Paris à Rome.... Mais ce n'est rien encore.

Le Soleil, à 37 millions de lieues d'ici, aurait à parcourir, dans le même intervalle de 24 heures, une circonférence de 232 millions de lieues autour de la Terre. 11 lui faudrait pour cola voler avec une vitesse de U 080 000 lieues à l'heure, c'est-à-dire 101300 lieues par minute, ou 9000 kilomètres par seconde ! Du reste, il devrait ainsi parcourir en un jour le chemin que notre globe parcourt en un an. Et cet astre est 1 300000 fois plus gros que la Terre ! L'invraisemblance logique d'une pareille hypothèse se sentira aussi Lien que son impossibilité mécanique au seul aspect de notre *fig.* 32, que nous donnons ici en anticipation de nos études sur le Soleil, qui viendront plus loin, ligure sur laquelle la grandeur du Soleil est tracée à une échelle exacte. Le diamètre de cet astre est 108 fois plus grand que celui de notre planète. Quant à sa distance, elle a été exactement déterminée par six procédés différents et indépendants l'un de l'autre. A l'aspect seul de cette proportion il est impossible au plus simple bon sens, de vouloir faire tourner le Soleil autour de la Terre. Comme le disait Cyrano de Bergerac, c'est comme si, pour faire rôtir une alouette, on la mettait à la broche, et, au lieu de tourner la broche, on voulait faire tourner, autour de l'alouette fixe, la cheminée, la cuisine, la maison et toute la ville.

Les planètes, dont les distances sont également déterminées avec une précision mathématique, participent au mouvement diurne. Elles seraient donc emportées dans l'espace avec une rapidité plus inconcevable encore. La dernière planète connue des anciens,

Saturne, neuf fois et demie plus éloignée de nous que le Soleil, serait obligée, pour tourner en 24 heures autour de la Terre, de décrire une circonférence de 2 milliards de lieues de longueur et de brûler l'espace avec une rapidité de plus de 20 000 lieues par chaque seconde !

La planète extérieure de notre système, Neptune, aurait à parcourir 7 milliards de lieues en 24 heures; soit 292 millions de lieues à l'heure !

Et les étoiles?... La plus proche de nous gît à 226 400 fois la distance de la Terre au Soleil, c'est-à-dire à 8 trillions 600 milliards de lieues d'ici. Cette distance n'est pas contestable, comme nous le verrons plus loin. Pour tourner autour de la Terre en 24 heures, cette étoile devrait donc parcourir, dans ce môme intervalle de temps, une circonférence mesurant 54 trillions de lieues d'étendue ; sa vitesse devrait être, pour cela, de 2250 milliards de lieues par heure, 37 500 millions par minute, ou en définitive 625 *millions de lieues par seconde !!...*

Et c'est l'étoile la plus voisine de nous.

Sirius, situé sept fois plus loin, devrait accomplir son indescriptible circonférence autour de nous avec une rapidité de quatre mille millions de lieues par seconde! La Chèvre, située à 170 trillious de lieues d'ici, devrait courir dans l'espace avec une vitesse constante de près de quatorze millards de lieues par seconde!!!., etc., etc. Et ce sont là les étoiles les plus proches. Et toutes les autres sont incomparablement plus éloignées, situées à toutes les distances imaginables. Et il y en a jusqu'à l'infini !

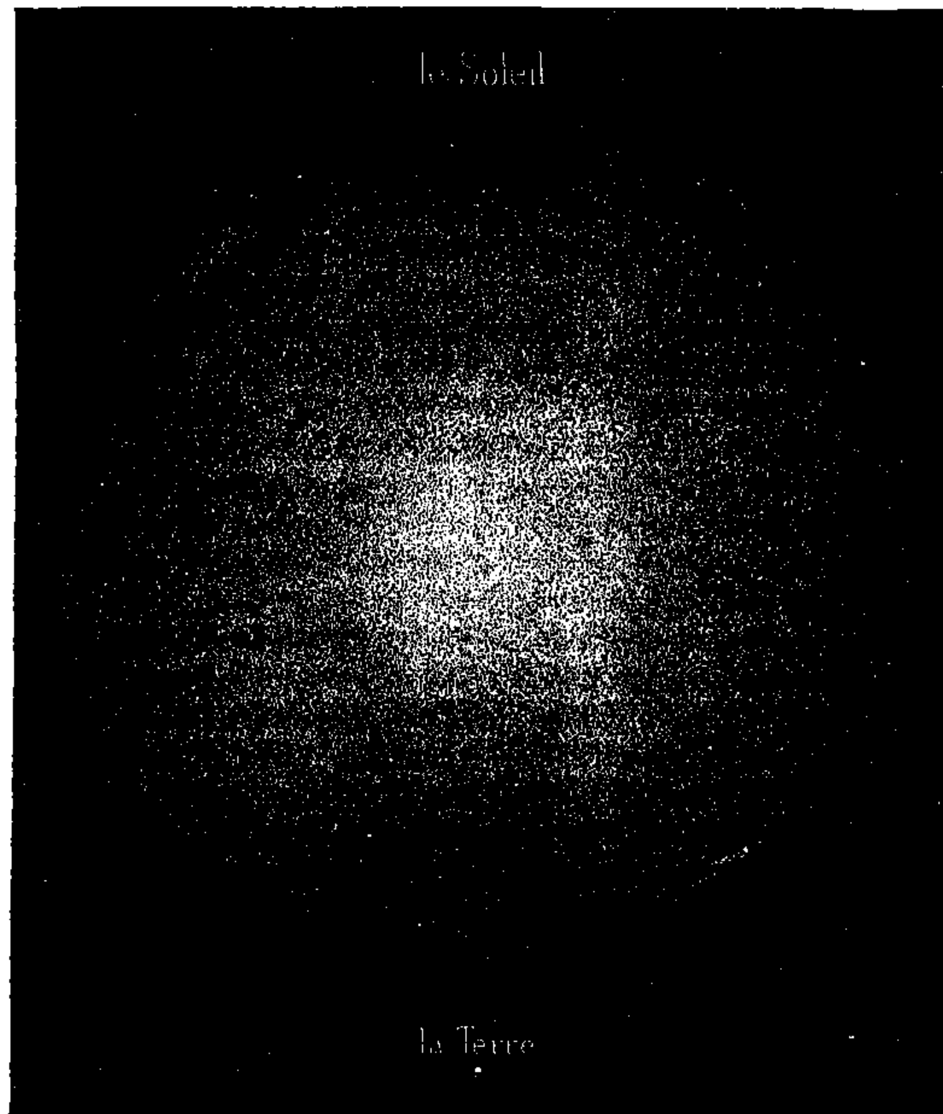


Fig. 32. — Grandeur comparée du Soleil et de la Terre

Ainsi voilà les deux hypothèses : ou bien obliger tout l'univers à tourner autour de nous chaque jour, ou bien supposer notre globe animé d'un mouvement de rotation sur lui-mome, et éviter à l'univers entier cet incompréhensible travail.

Quand on voit rétendue des cieux peuplée de millions et de millions d'étoiles éloignées aux distances les plus prodigieuses, quand on réfléchit à la petitesse de la Terre, en comparaison de toutes ces énormes distances, il devient impossible de concevoir que tout cela puisse tourner à la fois d'un mouvement commun, régulier et constant, en 24 heures de temps, autour d'un atome tel que la Terre. Non seulement le mouvement diurne de tous les astres en 24 heures autour de nous est une chose peu vraisemblable, mais on peut ajouter qu'il est absurde, et qu'il faut être aveugle pour pouvoir se prêter à une pareille idée. Maintenant, toutes les planètes qui sont à des distances si différentes, et dont les mouvements propres sont si différents les uns des autres, toutes ces comètes, qui semblent n'avoir presque aucune ressemblance avec les autres corps célestes, ajoutent encore à la difficulté. Tous ces corps, qui sont indépendants l'un de l'autre, et à des distances que l'imagination a peine à concevoir, se réuniraient donc pour tourner chaque jour tous ensemble, et comme tout d'une pièce, autour d'un axe ou essieu, lequel même change déplace? Cette égalité dans le mouvement de tant de corps, si inégaux d'ailleurs à tous égards, devait seule indiquer aux philosophes qu'il n'y avait rien de réel dans ces mouvements ; et, quand on y réfléchit, elle prouve la rotation de la Terre d'une manière qui ne laisse plus le moindre doute et à laquelle il n'y a point de réplique.

Ajoutons à cela que ces astres sont des millions et des millions de fois plus gros que la Terre ; qu'ils ne sont réunis entre eux par aucun lien solide qui puisse les attacher à un mouvement des voûtes célestes ; qu'ils sont tous situés aux distances les plus diverses ; et cette effrayante complication du système des cieux témoignera par elle-même de sa non-existence et de son impossibilité mécanique.

On évite toutes ces absurdités en admettant que le petit globe sur lequel nous sommes fasse simplement un tour sur lui-même, en 24 heures. A défaut de démonstrations directes, qui ne manquent pas, d'ailleurs, comme on va le voir, le simple bon sens résout la question. En tournant sur elle-même, la Terre fait simplement parcourir à sa circonférence équatoriale 10 01)0 lieues en 24 heures, soit 405 mètres par seconde pour une ville située sur l'équateur, 305 pour Paris, et de moins en moins à mesure qu'on approche du pôle et que le cercle à parcourir est plus petit.

D'autre part encore, l'analogie est venue confirmer directement l'hypothèse du mouvement de la Terre et changer en certitude sa haute vraisemblance. Le télescope a montré dans les planètes des terres analogues à la nôtre, mues elles-mêmes par un mouvement de rotation autour de leur axe, mouvement de rotation de vingt-quatre heures pour les planètes voisines, et d'une durée moindre encore pour les mondes lointains de notre système. Le Soleil tourne sur lui-même en 25 jours, Vénus et Mars en 24 heures, Jupiter en 10 heures, etc. Ainsi la simplicité et l'analogie sont en faveur du mouvement de la Terre. Ajoutons maintenant que ce mouvement est rigoureusement voulu et déterminé par toutes les lois de la mécanique céleste.

L'une des plus grandes difficultés opposées contre ce mouvement était celle-ci : si la Terre tourne sous nos pieds, en nous élevant dans l'espace et en trouvant le moyen de nous y soutenir quelques secondes ou davantage, nous devrions tomber, après ce laps de temps, en un point plus occidental que le point de départ. Celui, par exemple, qui, à l'équateur, trouverait le moyen de se soutenir immobile dans l'atmosphère pendant une demi-minute, devrait retomber trois lieues à l'occident du lieu d'où il serait parti. — Ce serait une excellente façon de voyager, et Cyrano de Bergerac prétendait l'avoir employée, lorsque, s'étant élevé dans les airs par un ballon de sa façon, il était tombé, quelques heures après son départ, au Canada au lieu de descendre en France. — Quelques sentimentalistes, Buchanan entre autres, ont donné à l'objection une forme plus tendre, en disant que si la Terre tournait, la tourterelle n'oserait plus s'éloigner de son nid, car bientôt elle perdrait inévitablement de vue ses jeunes tourtereaux. Le lecteur a déjà répondu à cette objection en

réfléchissant que tout ce qui appartient à la Terre participe, comme nous l'avons dit, à son mouvement de rotation, et que jusqu'aux dernières limites de l'atmosphère notre globe entraîne tout dans son cours.

Lorsqu'on joue aux boules ou au billard dans un navire emporté sur le miroir de l'onde par un mouvement rapide, le choc des corps s'y fait avec la même force dans un sens que dans l'autre, et, lorsqu'on jette une pierre du haut du mât d'un navire en mouvement, elle tombe directement au pied des mât, comme lorsque le navire est en repos. Le mouvement du vaisseau est communiqué au mât, à la pierre et à tout ce qui existe sur cette demeure flottante : il n'y a que la résistance de la plaine liquide fendue par le navire qui permette aux passagers de constater le mouvement. Il en est de même en chemin de fer et en ballon; mais comme la Terre ne rencontre aucun obstacle étranger, il n'y a absolument rien dans la nature qui puisse, par sa résistance, par son mouvement ou par son choc, nous faire apercevoir le mouvement de la Terre. Ce mouvement est commun à tous les corps terrestres; ils ont beau s'élever en l'air, ils ont reçu d'avance l'impression du mouvement de notre globe, sa direction et sa vitesse; et lors même qu'ils sont au plus haut de l'atmosphère, ils continuent à se mouvoir comme la Terre (').

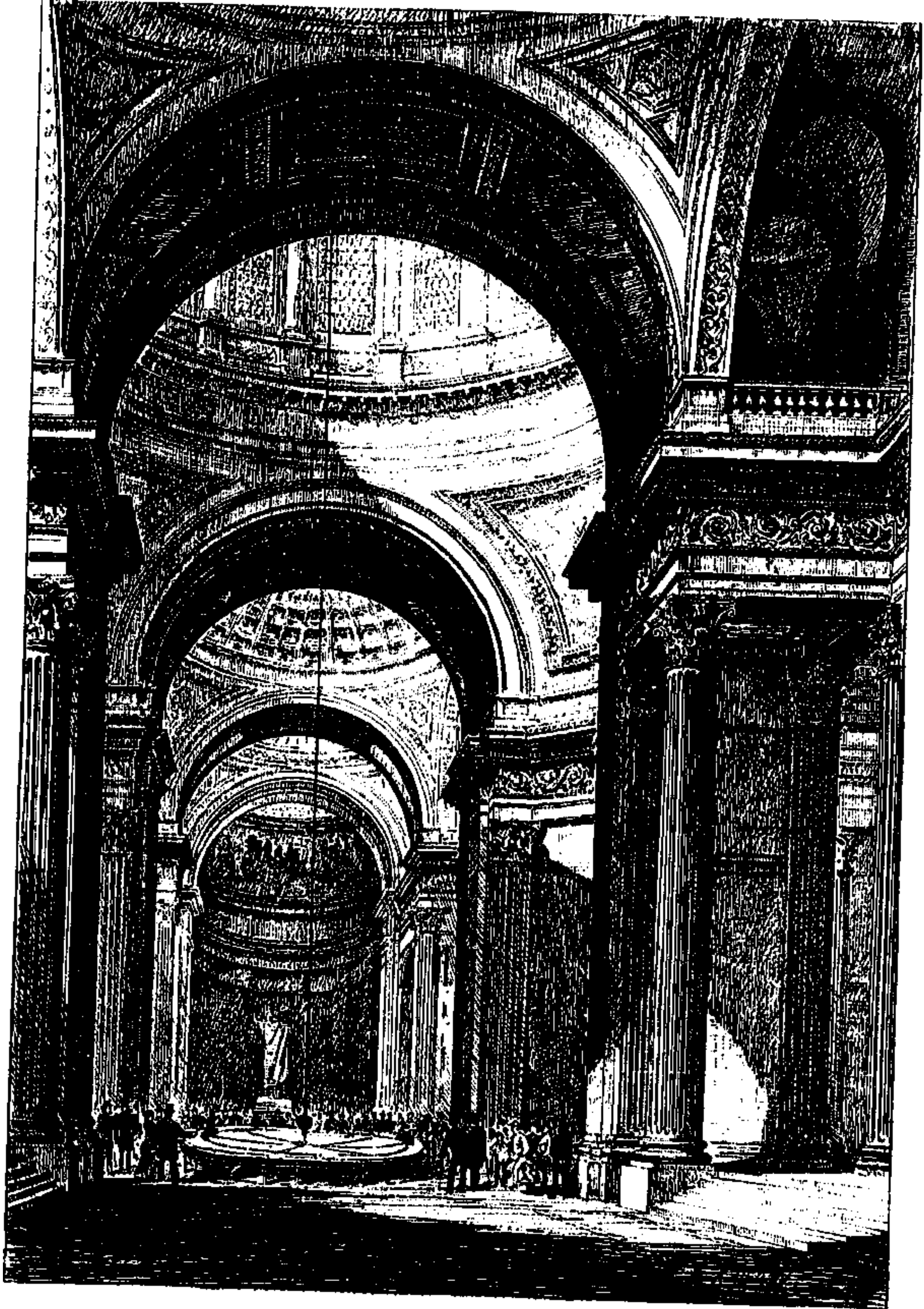
Ou vérifie la même loi en ballon. Je me souviens, entre autres, qu'un jour, passant au-dessus de la ville d'Orléans, j'avais pris soin d'écrire une dépèche à l'adresse du principal journal de cette ville, et j'avais attendu que nous fussions arrivés au-dessus d'une promenade pour la laisser tomber, en lui donnant une pierre pour contrepoids. Quelle ne fut pas ma surprise en voyant cette pierre rester, tout en descendant, suspendue au-dessous du ballon, comme si elle eût glissé le long d'un fil ! L'aérostat filait assez vite. Au lieu de tomber sur la place que j'avais choisie, et même sur la ville, la dépêche, suivant une diagonale, alla se noyer dans la Loire. Je n'avais» pas réfléchi à l'une des plus vieilles questions de mon baccalauréat : l'indépendance des mouvements simultanés. Fort heureusement, le ballon, après avoir traversé la Loire, se trouva, par la condensation du soir, descendu assez proche de terre pour nous permettre de hêler un habitant de la ville qui suivait la route d'Orléans et rentrait tranquillement chez lui, assis sur un cabriolet qui avançait au petit trot. C'était à la

tombée de la nuit, et l'angélus s'envolait des cloches des villages. Le plus étonné, ce fut encore le voyageur, en s'entendant appeler du haut du ciel. Il ne parut d'abord en croire ni ses oreilles ni ses yeux. Mais le cheval s'était arrêté net, et nous eûmes le temps suffisant de signaler notre passage, qui le lendemain matin était publié par les journaux.

(') On a construit, au siècle dernier, un petit appareil, la machine de Steiz, qui rond visible cette composition du mouvement. Un petit chariot, mû par un ressort, roule sur le parquet d'une salle; une balle, placée au fond d'une cuvette, est au-dessus d'un ressort; uno détente fait partir le ressort et jette la balle en l'air pendant que le chariot avance avec rapidité ; la balle s'élève, et retombe ensuite, et quoique le chariot ait avancé, elle retombe dans la même cuvette ou coquille, comme si cette coquille était restée à la même place ; on distingue très bien que la balle, au lieu de s'élever perpendiculairement, et de descendre'verticalement, a décrit deux lignes obliques courbes, deux branches de parabole, une en s'élevant, l'autre en retombant sur le chariot, et qu'elle l'a accompagné dans sa course. Ainsi le mouvement de la balle osi. évidemment composé de deux mouvements, celui que le chariot avait communiqué horizontalement à la balle, et celui que le ressort lui a donné do bas en haut ; la balle déorit la diagonale de, ces deux directions.

L'écuyère du cirque emportée par un cheval rapide expérimente le même fait : lorsqu'elle s'élance au-dessus de son pégase, il continue de courir, et elle retombe directement sur sa selle comme si le cheval était resté immobile.

Démonstration pratique du mouvement de rotalion de la Terre faite par Foucault au Panthéon.



Un boulet de canon qui serait lancé perpendiculairement vers le zénith retomberait dans le canon, quoique, pendant lu temps que le boulot était en l'air, le canon ait avancé vers l'orient avec la Terre de plusieurs kilomètres. La raison en est évidente:ce boulet,en s'élevant en l'air, n'a rien perdu de lu vitesse que le mouvement du globe lui a communiquée; ces deux impressions ne sont point contraires; il petit l'aire un kilomètre vers le haut pendant qu'il en l'ait six vers l'orient; son mouvement dans l'espace est la diagonale d'un parallélogramme, dont un côté a 1 kilomètre et l'autre 6; il retombera par sa pesanteur naturelle, eu suivant une autre diagonale (courbe à cause de l'accélération), et il retrouvera le canon, qui n'a point cessé d'être situé, aussi bien que le boulet, sur la ligne qui va du centre de la Terre jusqu'au sommet de la ligne où il a été lancé.

Cette expérience serait fort difficile à réussir à cause de la difficulté d'avoir un canon bien calibré et bien vertical. Mersenne et Petit l'ont essayée au dix-septième siècle, et ils ne retrouvèrent pas leur boulet. Varignon, dans ses « Conjectures sur la cause de la pesanteur», a donné à ce propos en frontispice une vignette que nous reproduisons ici. On y voit deux personnages, un militaire et un religieux, auprès d'un canon braqué vers le zénith; ils regardent en l'air comme pour



Fig. 31. — Expérience du boulet de canon, faite au xvII^{e} siècle.

suivre le boulet qui vient d'être lancé. Sur la gravure même, on lit ces mots . « Retombera-t-il? » Le religieux est le père Marsenne, et son compagnon est M. Petit, intendant des fortifications. Ils ont répété plusieurs fois cette dangereuse expérience, et comme ils ne furent pas assez adroits pour faire retomber le boulet sur leur tête, ils crurent pouvoir en conclure qu'il était resté en l'air, où sans doute

il demeurerait longtemps. Varignon ne conteste pas le fait, mais il s'en étonne : Un boulet suspendu au-dessus de nos tètes ! en vérité, dit-il, cela doit surprendre. » Les deux expérimentateurs, s'il est permis de les nommer ainsi, firent part à Descartes de leurs essais et du résultat obtenu. Descartes ne vit dans le fait supposé exact qu'une confirmation de ses subtiles rêveries sur la pesanteur. On a refait l'expérience à Strasbourg, et l'on a retrouvé le boulet à plusieurs centaines de mètres. C'est que le canon n'était pas rigoureusement vertical. En fait, le boulet devrait retomber dans la gueule.

L'observation directe de divers phénomènes a encore confirmé la théorie du mouvement de la Terre par des preuves matérielles irrécusables.

Si le globe tourne, il développe une certaine force centrifuge; cette force sera nulle aux polos, aura son maximum à l'équateur, et sera d'autant plus grande que l'objet auquel elle s'applique sera lui-même à une distance plus grande de l'axe de rotation. Eh bien! précisément, la Terre est renflée à l'équateur et aplatie aux pôles, et l'on constate que les objets perdent à l'équateur un 289e de leur poids, à cause de la force centrifuge.

Les oscillations du pendule appuient encore le fait précédent. Un pendule de 1 *mètre* de longueur qui, à Paris, fait dans le vide 86 137 oscillations en 24 heures, transporté aux pôles, en ferait 86 242, et, à l'équateur, n'en exécute plus, clans le môme temps, que 86 017.

La longueur du pendule à secondes est, à Paris, de 994 millimètres. A l'équateur, elle n'est que de 991^{mm}.

Une pierre qui tombe d'un cinquième étage à Paris parcourt 4^{m}, 90 dans la première seconde de chute. Au pôle, où il n'y a aucune force centrifuge, la chute est un peu plus rapide : 4^{m}, 92. A l'équateur, elle tombe en raison de 4^{m}, 89, avec une vitesse de 3 centimètres inférieure à celle dont elle est affectée aux pôles. La forme de la Terre, qui est aplatie aux pôles, entre pour une part dans cette différence; la force centrifuge pour une autre part.

Une remarque curieuse à faire ici, c'est qu'à l'équateur cette force est de 1/289 de la pesanteur. Or, comme la pesanteur croît proportionnellement au carré de la vitesse de rotation, et que 289 est le carré de 17 (17 multiplié par 17 = 289), si la Terre tournait 17 fois plus vite, les corps placés à l'équateur *ne pèseraient plus rien.*

Comme la force centrifuge est d'autant plus grande que l'on est plus éloigné du centre de la Terre, une pierre posée à la surface du

sol est animée vers l'est d'une vitesse un peu plus grande qu'une pierre du fond d'un puits. Or l'excès de cette vitesse ne pouvant pas être anéanti, si on laisse tomber une petite boule de plomb dans un puits, elle ne descend pas ju-ste suivant la verticale, mais s'en écarte un peu vers l'est. La déviation dépend de la profondeur du puits ; elle est, à l'équateur, de 33 millimètres pour 100 mètres de profondeur. Dans les puits de mine de Kreiberg (Saxe), on a constaté une déviation orientale de 28 millimètres pour 158 mètres. Il est évident que c'est là une preuve expérimentale du mouvement delà Terre. Nous avons, à l'Observatoire de Paris, un puits qui descend aux Catacombes, à 28 mètres, et traverse l'édifice jusqu'à la terrasse supérieure, dont la hauteur est également de 28 mètres. C'est donc un puits de 56 mètres. Du temps de Cassini, on y a fait l'expérience précédente, pour donner une preuve expérimentale du mouvement de la Terre. Une balle de plomb qui tombe du haut des tours Notre-Dame ne suit pas juste la verticale, mais tombe à 15 millimètres vers l'est, diiierence entre la force centrifuge au pied et au sommet. (L'expérience est difficile à réussir à cause des mouvements de l'air.)

Le physique du globe a, elle aussi, fourni son contingent de preuves à la théorie du mouvement de la Terre, et l'on peut dire que toutes les branches de la science qui se rattachent de près ou de loin à la cosmographie, se sont unies pour la confirmation unanime de cette théorie. La forme même du sphéroïde terrestre montre que cette planète a été une masse fluide animée d'une certaine vitesse de rotation, conclusion à laquelle les géologues sont arrivés dans leurs recherches personnelles.

D'autres faits, comme les courants de l'atmosphère et de l'océan, les courants polaires et les vents alizés, trouvent également leur cause dans la rotation du globe; mais ces faits ont une valeur moindre que les précédents, attendu qu'ils pourraient s'accorder avec l'hypothèse du mouvement du soleil.

C'est ici le lieu de rappeler la brillante expérience faite par Foucault au Panthéon. A moins de nier l'évidence, cette expérience démontre invinciblement le mouvement de la Terre. Elle consiste, comme on sait, à encastrer un fil d'acier par son extrémité supérieure[1] dans une plaque métallique fixée solidement à une voûte. Ce fil est tendu à son extrémité inférieure par une boule de inétal d'un poids assez fort. Une pointe est attachée au-dessous de la boule, et. du sable fin est répandu sur le sol pour recevoir la trace de cette pointe lorsque le pendule est en mouvement. Or, il arrive

que cette (race ne s'effectue pas clans la même ligne. Plusieurs lignes, croisées au centre, se succèdent et manifestent une déviation du plan des oscillations de l'orient vers l'occident. En réalité, le plan des oscillations reste fixe; la Terre tourne au-dessous, d'occident en orient.

L'explication est basée sur ce fait, que *la torsion du fil n'empêcha pas le plan des oscillations de rester invariable.* C'est ce que chacun peut vérifier par une expérience bien simple. Prenez une balle suspendue à un fild'un mètre ou deux de longueur, attachez le fil au plafond à une vis, faites osciller le pendule, et pendant sa marche faites tourner la vis : le fil se tordra plus ou moins, mais la direction de ses oscillations ne variera pas pour cela.

Tel est le principe de la célèbre expérience imaginée par Foucault, et réalisée, par ce savant regretté, sous la coupole du Panthéon,en 1851 (').

Si nous imaginions qu'un pendule d'une grande hauteur fut suspendu au-dessus de l'un des pôles de la Terre, une fois ce pendule en mouvement, le plan de ses oscillations restant invariable, malgré la torsion du fil, la Terre tournerait sous lui, et le plan d'oscillation du pendule paraîtrait tourner en vingt-quatre heures autour de la verticale, en sens contraire, par conséquent, du véritable mouvement de rotation de la Terre.

(') Nous avons représenté ci-dessus cette fameuse expérience si démonstrative. Ajoutons quelques explications. Une boule de cuivre pesant 30 kilos était suspendue a un fil d'acier, rond et homogène, long de 68 mètres. A l'état de repos, elle occupait le centre d'une galerie circulaire divisée en degrés et élevée au-dessus du pavé à hauteur d'appui. (Pendant la République de 1818 lo Panthéon était un monument civil et non une chapelle.) Ou écartait la boule en l'attachant à un fil de chanvre, puis, pour l'expérience, on brûlait le fil a la flamme *(l'une* allumette; et la boule commençait une série d'oscillations lentes. Sur la galerie circulaire était disposé un petit talus de sable lin dont la crête était entamée au passage par une pointe fixée sous la boule. Le pendule mettait H.) secondes à revenir à sou point de départ et entamait de plus eu plus la brèche a chaque retour, si bien qu'au bout de cinq minutes l'ouverture était large de plusieurs centimètres; au bout d'une heure l'angle était de plusieurs degrés.

Si le pendule était suspendu en un point de l'équateur, il n'y aurait plus de déviation. Mais, pour tous les lieux situés entre l'équateur et les pôles, l'invariabilité du plan d'oscillation se manifeste par une déviation en sens contraire du mouvement de la Terre.

Telles sont les preuves positives et absolues du mouvement de rotation de la Terre sur son axe. Les preuves du mouvement de translation autour du Soleil ne sont pas moins convaincantes.

Et d'abord, toutes les autres planètes tournent autour du Soleil, et la Terre n'est qu'une planète. Pour expliquer les mouvements apparents des cinq planètes connues des anciens (Mercure, Vénus, Mars, Jupiter et Saturne) dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre, les astronomes avaient été obligés de compliquer étrangement le système du monde, et d'arriver à imaginer jusqu'à 72 cercles de cristal emboîtés les uns dans les autres ! Toutes les planètes tournent, en même temps que la Terre, autour du Soleil. Il résulte du long circuit parcouru annuellement par la Terre des changements de perspective faciles à deviner : lorsque nous avançons, telle planète parait reculer; lorsque nous allons à gauche, telle autre parait aller à droite; dans certains cas, la combinaison des deux mouvements arrête en apparence la planète dans son cours et la rend immobile sur la sphère céleste. Dans la théorie de la translation de la Terre autour du Soleil, ces variations s'expliquent d'elles-mêmes et se calculent d'avance. Dans l'hypothèse contraire, elles créent une complication intolérable, complication telle qu'au XIIIe siècle déjà le roi astronome Alphonse X, de Castille, osait dire que « si Dieu l'avait appelé à son conseil lorsqu'il créa le monde, il se serait permis de lui donner quelques avis pour le construire d'une manière plus simple et moins compliquée »; parole imprudente qui coûta la couronne au roi trop franc. Depuis le XIIIe siècle, l'étude que l'on a faite du cours des comètes si nombreuses qui sillonnent l'espace en tout sens a montré que, tout excentriques qu'ils soient eux-mêmes, ces astres chevelus protestent contre l'ancien système, car, comme le disait Fontenelle, il y a longtemps qu'ils auraient cassé tout le cristal des cieux. Le calcul des orbites des comètes, dont la précision est prouvée par le retour de ces astres aux points du ciel indiqués, serait impossible dans l'hypothèse de l'immobilité de la Terre. La planète Uranus, découverte à la fin du siècle dernier, au delà de l'orbite de Saturne; la planète Neptune, découverte au milieu de notre siècle, plus loin encore, ont prouvé, elles aussi, qu'elles

tournent autour du Soleil et non pas autour de la Terre; et la découverte de la dernière, faite par l'induction pure, sur la théorie mathématique, a été véritablement le coup de grâce des derniers partisans do l'ancien système, puisque c'est en s'appuyant sur les lois de la gravitation universelle que le mathématicien a annoncé l'existence d'un astre éloigne à plus de mille millions de lieues de nous et tournant autour du Soleil en 165 ans. Ajoutons encore que près de deux cents petites planètes ont été découvertes depuis le commencement de ce siècle entre Mars et Jupiter, et qu'elles tournent également autour du Soleil, toutes sans exception. Ainsi le système solaire constitue une même famille, dont le gigantesque et puissant Soleil est le centre et le régulateur.

Ce n'est pas tout. Nous *voyons* le mouvement de translation annuelle de la Terre se relléter dans le ciel. Les étoiles nu sont pas éloignées à des distances infinies. Quelques-unes sont relativement assez proches et gisent à quelques *trillions* de lieues d'ici seulement. Or, la Terre, en tournant autour du Soleil, décrit dans l'espace une ellipse de 232 millions de lieues. Eh bien, si Ton examine attentivement, pendant tout le cours de l'année, l'une des étoiles les plus proches, en prenant pour point de repère une étoile très éloignée, on voit que la plus proche subit dans sa position un effet de perspective. causé par le mouvement de la Terre, et, au lieu de rester fixe pendant toute l'année au même point, parait, elle aussi, se mouvoir suivant une ellipse tracée en sens contraire de notre mouvement annuel. C'est même par la mesure de ces petites ellipses décrites au fond des cieux par les étoiles que l'on a pu calculer leurs distances. Du temps de Copernic, de Tycho-Brahé et de Galilée, l'immobilité apparente des étoiles avait été l'un des plus puissants arguments invoqués contre le mouvement annuel de la Terre. Cet argument a été renversé, comme tous les autres, par les progrès réalisés dans la précision toujours grandissante des observations astronomiques.

Ce n'est pas tout encore. Le mouvement annuel de la Terre autour du Soleil se reflète également sur la voûte céleste par un autre phénomène qu'on appelle « l'aberration de la lumière ». Voici en quoi il consiste : Les rayons de lumière nous arrivent des étoiles en ligne droite, avec une vitesse environ 10 000 fois plus rapide que celle de la Terre sur son orbite. Si la Terre était fixe, nous recevrions ces rayons directement et sans correction. Mais nous courons sous les rayons lumineux comme, par exemple, nous courons sous une pluie verticale : plus nous courons et plus nous

devons incliner notre parapluie si nous tenons à ne pas être mouillés. Si nous sommes eu chemin de 1er, la combinaison de la vitesse horizontale du train avec la vitesse verticale dos gouttes de pluie fait tracer à la pluie des lignes obliques sur la portière du wagon. Eh bien! nous pouvons comparer nos lunettes visant les étoiles à nos parapluies visant la direction des gouttes de pluie. Le mouvement de la Terre est tel, que nous sommes obligés d'incliner nos lunettes pour recevoir les rayons lumineux des étoiles. Chaque étoile trace annuellement sur la sphère céleste une ellipse beaucoup plus grande que celle qui est due à la perspective de sa distance, et dont la forme, comme la grandeur, dépend, non plus de cette distance, mais de la position de l'étoile relativement au mouvement annuel de la Terre. Ce phénomène est d'une haute importance en astronomie. Il a servi à la lois à constater l'exactitude de la théorie de la transmission successive de la lumière en raison de 75 000 lieues par seconde, et il a fourni une preuve directe de la réalité du mouvement de la Terre au tour du Soleil. Si la Terre était en repos, ces mouvements seraient absolument inexplicables. — On le voit, toutes ces démonstrations sont d'une simplicité extrême.

LA TERRE, PLANÈTE ET MONDE

Tous les mouvements de la Terre que nous avons décrits plus haut se lisent de la même manière dans l'observation du ciel, et il faudrait être volontairement aveugle pour iic pas les reconnaître tels qu'ils .sont.

Mais ce ne sont pas seulement les mouvements de notre planète, ainsi que ceux do nos sœurs de l'espace, qui sont aujourd'hui absolument démontrés. La cause théorique elle-même de ces mouvements,L'ATTRACTION OU GRAVITATION UNIVERSELLE, est prouvée par tous les faits de l'astronomie moderne. La connaissance de cette cause suffit aujourd'hui pour prévoir à l'avance les moindres perturbations, les moindres influences que les corps célestes exercent les uns sur les autres, et môme pour découvrir des astres invisibles. Ainsi a été découvert Neptune, sans l'aide du télescope; ainsi a été découvert le satellite de Sirius, astres vérifiés ensuite par l'observation directe. *Tous* les faits de la science s'accordent pour prouver, affirmer sous toutes les formes, démontrer de mieux en mieux la vérité des théories astronomiques modernes; *aucun* ne se présente pour les contredire. Il y a donc là une certitude incontestable et absolue.

On éprouve quelquefois une difficulté réelle à faire partager ses convictions à certaines personnes rebelles à toute démonstration. Ainsi, par exemple, un vieux proverbe assure « qu'il serait beaucoup plus facile de donner de l'esprit à un sot que de lui persuader qu'il en est dépourvu ». Fort heureusement, le problème qui vient de nous occuper n'est pas d'une solution aussi laborieuse. Nous ne croyons pas être optimiste en espérant qu'après l'exposé de tous les arguments qui précèdent il ne reste plus place pour le moindre doute dans l'esprit de tous nos lecteurs.

Arrêtons-nous un instant maintenant pour contempler la Terre dans son unité vivante.

Ce globe qui nous porte a un diamètre de 12 732 kilomètres, ou 3183 lieues. Mais il n'est pas absolument sphérique, étant légèrement aplati aux pôles, de 1/300 en nombre rond; le diamètre qui va d'un pôle à l'autre est plus petit que celui que l'on mènerait d'un point de l'équateur au point diamétralement opposé, et la différence est de 42 kilomètres. Sur un globe de 1 mètre de diamètre, la différence entre les deux diamètres ne serait que de 3 millimètres un tiers. Sur un pareil globe, la montagne la plus élevé de notre monde, le Gaurisankar, dans l'Himalaya, dont la hauteur est de 8840 mètres, n'aurait que les sept dixièmes d'un millimètre. Ainsi, notre globe est proportionnellement beaucoup plus uni qu'une orange, aussi uni, en vérité, qu'une boule de billard. Quant à la grandeur matérielle de l'homme relativement au monde qu'il habite, sur un globe de 12 mètres de diamètre, l'homme serait si petit, que dix mille pourraient se coucher l'un à côté de l'autre dans un espace de la grandeur de Toque voici. Et qui sait pourtant! il y a peut-être dans l'infini des mondes et des hommes aussi lilliputiens!

A mesure qu'on s'élève au-dessus de la surface du globe, l'horizon s'agrandit en proportion du rapport qui existe entre notre élévation et la grandeur de la sphère. A mille mètres de hauteur, nous planons au dessus d'un cercle (ou plutôt d'une calotte sphérique) dont le rayon mesure 113 kilomètres, c'est-à-dire que nous embrassons une étendue de 224 kilomètres, ou 56 lieues de diamètre. L'horizon de Paris prolongé jusqu'à Marseille planerait à une hauteur de plus de trente kilomètres au-dessus de cette ville.

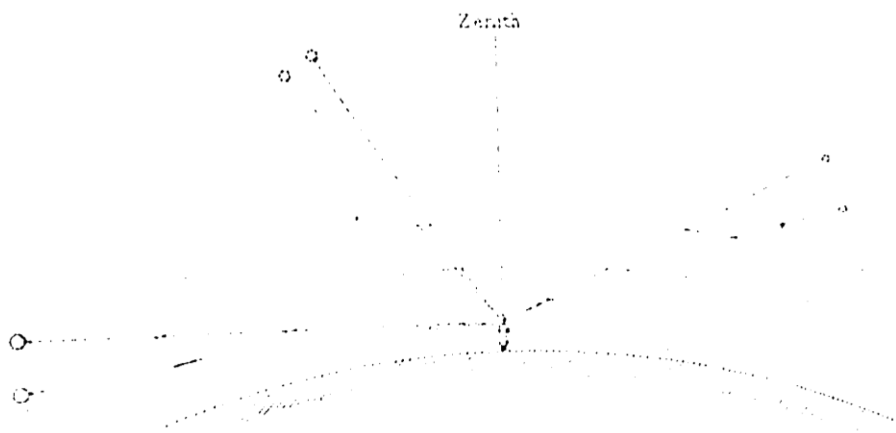


Fig 33. — Réfraction, élévation causée dans les positions de astres, par l'atmosphère.

Ajoutons encore que notre globe est environné d'une atmosphère, au fond de laquelle nous respirons et vivons, composée de gaz (oxygène, azote, acide carbonique) et de la vapeur d'eau qui s'élève des mers et des terres mouillées parla pluie. C'est cette atmosphère qui, n'étant pas absolument transparente, réfléchit la lumière du jour, et se colore do cet azur céleste qui semble étendre au-dessus de nous un ciel atmo-sphérique. C'est cette illumination des molécules de l'air par la lumière du jour qui nous empêche de voir les étoiles de jour comme de nuit.

LA VIE SUR LA TERRE

Les plus brillantes, Vénus, Jupiter, Sirius,parviennent parfois à percer ce voile d'azur; ou peut ainsi les découvrir en les cherchant exprès, à l'aide d'une lunette, ou même à l'aide d'un simple tube noirci. Cette atmosphère n'est pas très élevée, car, à 48 kilomètres de hauteur, elle



Fig. 34. — Coucher de soleil au bord de la mer.

est devenue à peu près nulle, et depuis longtemps irrespirable. On n'a jamais dépassé neul' kilomètres eu ballunTll est probable qu'au-dessus de cette atmosphère aérienne, il y eu a une autre plus légère encore, hydrogénée, car l'étude *des* crépuscules, des étoiles filantes et des aurores boréales parait porter jusqu'à iJOO kilomètres la limite extrême. Elle punirait s'étendre mathématiquement plus loin encore; j'ai calculé que ce n'est qu'à la distance de dix mille lieues autour de notre globe que la force centrifuge développée par le tourbillonement de la Terre rejetterait dans l'espace les molécules d'air qui pourraient exister en cette région ; c'est là que l'équilibre s'établit et que circulerait un satellite tournant autour de nous dans le même temps que la rotation de la Lune, en 23 heures 50 minutes.

L'atmosphère joue un rôle assez important dans les observations astronomiques, car elle dévie les rayons lumineux qui nous arrivent des astres, et nous les fait voir au-dessus de leur position réelle. C'est ce qu'on appelle la *réfraction (fig.* 35). Au point diamétralement situé au-deseus de nos têtes, nommé le zénith, la déviation est nulle, parce que le rayon lumineux arrive perpendiculairement aux couches d'air. Elle augmente à mesure qu'on s'éloigne du zénith et qu'on approche de l'horizon. A l'horizon môme, elle est énorme, car elle élève les astres d'une quantité égale au diamètre apparent du Soleil et de la Lune, de telle sorte que, lorsque nous voyons ces astres se lever, ils sont encore couchés en réalité et au-dessous du plan prolongé de l'horizon de l'observateur. C'est aussi la raison pour laquelle le soleil couchant nous paraît ovale lorsque dans les belles soirées d'été nous assistons à ces magnifiques et lumineux couchers de soleil au bord de la mer. On fait subir à toutes les observations astronomiques une correction calculée en conséquence pour ramener les astres à leurs positions réelles.

Le globe terrestre mesurant 3183 lieues de diamètre représente un volume de mille milliards de kilomètres cubes. Comme c'est un morceau de matière limité, no tenant à rien, on a pu le peser (par la balance de Cavcndish). Il pèse cinq fois et demi plus que s'il était entièrement formé d'eau, ce qui correspond à un poids de 5875 *sex-tillions* de kilogrammes. L'atmosphère pèse environ un million de fois moins, à peu près 6263 *quatrilliom* de kilogrammes.

La surface de la Terre est de 510 millions de kilomètres carrés, dont 383 260000 sont recouverts par les eaux de l'océan, de sorte qu'il n'en reste que 126 740000, ou le quart seulement, pour la terre habitable.



La terre donne *l’homme* ses fruits, sos troupeaux, ses trésors; la vie circule, et le printemps revient toujours....

La planète vit d'une certaine vie astrale que nous ne pouvons pas encore suffisamment comprendre. Des courants magnétiques circulent en elle, et sans cesse, sous leur mystérieuse influence, l'aiguille aimantée cherche le nord de son doigt inquiet et agité. L'intensité et la direction de ces courants varient de jour en jour,

d'année en année, de siècle en siècle. 11 y a deux siècles environ, en 1666, la boussole examinée à Paris tendait juste au nord. Puis elle a tourné vers l'ouest, c'est-à-dire vers la gauche en regardant le nord ; sa déviation était de 8 degrés en 1700, de 17 degrés en 1750, de 22 degrés en 1800; elle a encore augmenté de un demi-degré jusqu'en 1814, puis elle a commencé à revenir vers le nord; cette déviation était de *22* degrés en 1835, de 20 en 1834, de 19 en 1863, de 18 en 1870, et cette année 1879 elle est de 17. Elle va continuer de décroître, et il est probable qu'elle pointera de nouveau au nord vers 1962. Voilà une importante variation séculaire, qui a causé bien des désastres maritimes aux pilotes qui l'ignoraient. Ajoutons que tous les jours cette curieuse aiguille oscille légèrement sur son axe, s'écartant de son méridien magnétique, vers l'Orient à 8 heures du matin, et vers l'Occident à une heure de l'après-midi. L'amplitude de cette oscillation varie elle-même d'année en année, et, remarque vraiment étonnante, cette amplitude paraît correspondre au nombre des taches qui existent sur le Soleil : c'est dans les années où il y a le plus de taches que cette amplitude est la plus lorte. Le nombre des aurores boréales paraît également en rapport avec l'état de l'astre du jour. Du reste, l'aiguille aimantée enfermée dans une cave de l'Observatoire de Paris *suit* l'aurore boréale qui allume ses feux aériens en Suède et en Norvège : elle est inquiète, agitée, j'allais dire fiévreuse, plus que cela, affolée, et son trouble ne cesse que quand le lointain météore a disparu... Quel livre que le livre de la Nature! Et combien il est inexplicable qu'il ait si peu de lecteurs !

La vie de la planète se manifeste extérieurement par les plantes qui en ornent la surlace, par les animaux qui la peuplent, par l'humanité qui l'habite. On connaît cent vingt mille espèces végétales et trois cent mille espèces animales ; il n'y a qu'une espèce humaine, car, l'humanité, c'est l'incarnation de l'Esprit.

La population humaine de notre planète se compose, d'après les dernières statistiques, de 1 milliard 400 millions d'habitants. 11 naît

à peu près un enfant à chaque seconde. Un être humain meurt aussi par seconde. Le nombre des naissances est toutefois un peu plus grand que celui des morts, et la population s'accroît suivant une proportion Variable.

Le nombre des hommes qui ont vécu sur la Terre depuis les origines de l'humanité a été estimé à 36 quatrillions 627 trillions 843 milliards. S'ils ressuscitaient tous, hommes, femmes, vieillards, enfants, il y en aurait déjà cinq par pied carré, obligés de monter sur les épaules les uns des autres pour pouvoir tenir sur la surface des continents terrestres. Mais les corps ont été composés successivement des mômes éléments. Les molécules que nous respirons, buvons, mangeons et incorporons à notre organisme ont déjà fait partie de nos ancêtres.

Un échange universel s'opère incessamment entre tous les êtres: la mort ne garde rien. La molécule d'oxygène qui s'échappe de la ruine d'un vieux chêne abattu par le poids des siècles va s'incorporer dans la blonde tète de l'enfant qui vient de naître, et la molécule d'acide carbonique qui s'échappe de la poitrine oppressée du moribond étendu sur sou lit de douleur va refleurir dans la brillante corolle de la rose du parterre... Ainsi la fraternité la plus absolue gouverne les lois de la vie ; ainsi la vie éternelle est organisée par la mort éternelle. L'esprit seul vit et contemple. La poussière retourne à la poussière. Les mondes voguent dans l'espace en «'illuminant des rayonnements et des sourires d'une vie sans cesse renouvelée.

De siècle en siècle, les êtres vivants sont remplacés par d'autres êtres, et, sur les continents comme dans les mers, si la vie rayonne toujours, ce ne sont point les mêmes cœurs qui battent, ce ne sont point les mêmes yeux qui sourient. La mort couche successivement dans la tombe les hommes et les choses, et, sur nos cendres comme sur la ruine des empires, la (lamme do la vie brille toujours. La Terre donne à l'homme ses fruits, ses troupeaux, ses trésors; la vie circule, et le printemps revient toujours. On croirait presque que notre propre existence, si faible et si passagère, n'est qu'une partie constitutive de la longue existence de la planète, comme les feuilles annuelles d'un arbre séculaire, et que, semblables aux mousses et aux moisissures, nous ne végétons un instant à la surface de ce globe que pour servir aux procédés d'une immense vie planétaire que nous ne comprenons pas.

L'espèce humaine est soumise à un moindre degré que les plantes et les animaux aux circonstances du sol et aux conditions météorologiques de l'atmosphère; par l'activité de l'esprit, par le progrès de l'intelligence qui s'élève peu à peu, aussi bien que par cette merveilleuse flexibilité d'organisalion qui se plie à tous les climats, elle échappe plus aisément aux puissances de la nature; mais elle n'en participe pas moins d'une manière essentielle à la vie qui anime notre globe toute entier. C'est par ces secrets rapports que le problème si obscur et si controversé de la possibilité d'une origine commune pour les différentes races humaines rentre dans la sphère d'idées qu'embrasse la description physique du monde.

Il est "des familles de peuples plus susceptibles de culture, plus civilisées, plus éclairées, mais nous pouvons dire avec tïumboldt qu'il n'en est pas de plus nobles que les autres. Toutes sont également faites pour la liberté; pour celle liberté qui, dans un état de société peu avancé, n'appartient qu'à l'individu, mais qui, chez les nations appelées à la puissance de véritables institutions politiques, est le droit de la communauté tout entière. Une idée qui se révèle à travers l'histoire, en étendant chaque jour son salutaire empire, une idée qui, mieux que toute autre, prouvele l'ait si souvent contesté, mais plus souvent encore mal compris, de la perfectibilité générale de l'espèce, c'est l'idée de l'humanité. C'est elle qui tend à faire tomber les barrières que des préjugés et des vues intéressées de toute sorte ont élevées entre les hommes, et à faire envisager l'humanité dans son ensemble, sans distinction de religion, de nation, de couleur, comme une grande famille de frères, comme un corps unique, marchant vers un seul et même but: le libre développement des forces morales.

Ce but est le but final, le but suprême de la sociabilité, et en même temps la direction imposée à l'homme par sa propre nature pour l'agrandissement indéfini de son existence. Il regarde la terre, aussi loin qu'elle s'étend ; le ciel, aussi loin qu'il le peut découvrir, illuminé d'étoiles, comme son intime propriété, comme un double champ ouvert à son activité physique et intellectuelle. Déjà l'enfant aspire à franchir les montagnes et les mers qui circonscrivent son étroite demeure ; et puis, se repliant sur lui-même comme la plante, il soupire après le retour. C'est là, en effet, ce qu'il y a dans l'homme de touchant et de beau, cette double aspiration vers ce qu'il désire et vers ce

qu'il a perdu ; c'est elle qui le préserve du danger de s'attacher d'une manière exclusive au moment présent. Et de la sorte, enracinée dans les profondeurs de la nature humaine, commandée en même temps par ses instincts les plus sublimes, cette union bienveillante et fraternelle de l'espèce entière devient une des grandes idées qui président à l'histoire. Notre humanité n'a pas encore l'âge de raison, puisqu'elle ne sait pas encore so gouverner elle-même et qu'elle n'est pas encore sortie de la carapace des instincts grossiers de la brute, mais elle est destinée à devenir instruite, éclairée, intellectuelle, libre et grande dans la lumière du ciel.

A ses cotés, sur les îles flottantes qui nous accompagnent dans l'espace, et clans le sein des profondeurs inaccessibles de l'infini ks autres terres ses sœurs portent aussi des humanités vivantes 'qui s'élèvent en même temps qu'elle dans le progrès infini et vers la perfection absolue.

CHAPITRE VII

Comment la Terre s'est-elle formée? Son âge, sa durée. L'origine et la fin des mondes.

Les pages précédentes nous ont fait connaître la place que nous occupons dans l'univers et nous ont fait apprécier la Terre comme astre du ciel. Tel était, en effet, le premier point de vue sous lequel il nous importait de considérer notre globe, afin de nous affranchir pour toujours du vaniteux sentiment qui nous avait fait jusqu'ici considérer la I erre comme la base et le centre de la création, et de ce patriotisme de clocher en vertu duquel nous préférions notre pays au reste du monde Bientôt nous nous occuperons des autres astres, en suivant 1 'ordre logique des situations et des distances. Le programme céleste se trace de lui-mèmc devant nous. La Lune sera la première étape de notre grand voyage; nous nous arrèterons à sa surface pour contempler son étrange nature et étudier son histoire; c'est le globe céleste le plus rapproché de nous, et elle fait pour ainsi dire partie de nous-mêmes, puisqu'elle accompagne fidèlement la Terre dans son cours et gravite autour de nous à la distance moyenne de 96 000 lieues Puis nous nous transporterons sur le Soleil, centre de la famille planétaire et nous essayerons d'assister aux combats titanesquesque les éléments dissociés se livrent sur cet ardent foyer, dont les rayons bienfaisants vont répandre la vie sur tous les mondes. Chacune des planètes sert ensuite l'objet d'une excursion spéciale, depuis   Mercure, la ,,lus proche du centre, jusqu'à Neptune, frontière actuelle de la républbue solaire. Les satellites, les éclipses, les étoiles lilantes, les comètes nous arrêteront aussi pour compléter la connaissance intégrale une nous désirons acquérir Mais ce ne sera là encore qu'une faible partie de notre étude car d'un bond nous nous élancerons des frontières du iNeptunc solaire jusqu'aux étoiles, dont chacune est un soleil brillant de sa propre lumière et centre probable d'un système de planètes In bitees. Ici nous pénétrerons véritablement dans le domaine de l'infini Les soleils succéderont aux soleils, les systèmes aux système,   Ce n est plus par milliers qu'ils se comptent, mais par millions"; et ce n'est

plus par millions de lieues que se mesurent les distances sidérales, ni munie par milliers de millions, ou milliards, mais par millions de millions, ou *Irillions.* Ainsi, par exemple, l'étoile de première grandeur Alpha du Centaure est à 8 trillions de lieues d'ici, Sinus à 39 trillions, l'Etoile polaire à 100 trillions, Capella 170 trillions. Or, ces soleils comptent parmi les plus proches. Au delà gisent d'autres univers, que la vision perçante du télescope commence à saisir dans les inaccessibles profondeurs de l'immensité. Mais l'infini fuit toujours !.... La description des grands instruments des observatoires, à l'aide desquels ces splendides découvertes ont été faites, sera ensuite donnée comme complément, et nous aurons aussi à nous occuper de choisir quelques instruments plus modestes pouvant servir à tout amateur pour l'étude pratique de l'astronomie populaire.

Avant d'entreprendre cet admirable voyage, qui nous promet d'être fertile en surprises de tout genre, avant de quitter pour toujours et de laisser tomber dans la nuit de l'espace cette Terre où nous sommes et qui jiousscrt d'observatoire pour étudier l'univers, il ne sera pas sans intérêt delà contempler un instant au point de vue de la vie qui l'embellit, des conditions dans lesquelles cette vie est apparue, des origines des êtres et de la planète elle-même, ainsi que des destinées qui nous attendent, nous et tous les habitants de ce monde.

Cette vie prodigieuse, végétale, animale et humaine, qui pullule tout autour de ce globe, depuis les pôles jusqu'à l'équatcur, et qui anime les profondeurs océaniques aussi bien que la surface des continents, cette vie multipliée et sans cesse renaissante, n'a pas toujours été telle que nous la voyons aujourd'hui. D'âge en âge elle s'est modifiée, transformée. Les conditions d'habitation ont changé, et les espèces avec elles. Il fut un temps où nulle des espèces actuellement vivantes n'existait à la surface du globe. Il fut un temps où la vie elle-même n'existait pas, sous quelque incarnation que ce fut. La forme même du globe terrestre, sou aplatissement aux pôles, l'arrangement des terrains, la nature minérale des couches primitives inférieures, les volcans qui fument encore et vomissent leurs laves embrasées, les tremblements de terre, l'accroissement régulier de la température à mesure qu'on descend dans l'intérieur du globe, tous ces faits s'accordent pour prouver qu'aux temps primitifs la Terre était inhabitable et inhabitée, et pour montrer qu'il est très probable qu'elle a été d'abord à l'état de soleil

chaud, lumineux, incandescent. D'autre part, si l'on examine la translation annuelle de notre planète autour du Soleil, ainsi que les orbites des autres planètes, on remarque qu'elles circulent toutes vers le plan de l'équateur solaire, toutes dans le même sens, qui est précisément celui dans lequel le Soleil tourne sur lui-même. (Certaines peines planètes s'écartent davantage de ce plan général; mais leur nombre dans une munie zone et leur singulière petitesse montrent qu'elles ont subi des perturbations particulières.)

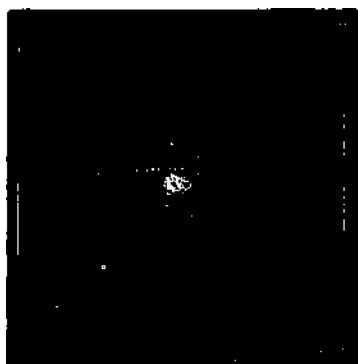
ORIGINE DE LA TERRE ET DES AUTRES MONDES

Il est difficile de se défendre de l'impression que l'origine des mondes est liée d'une manière ou d'une autre au Soleil autour duquel ils gravitent comme des enfants indissolublement rattachés à leur père. Cette impression avait déjà, au siècle dernier, frappé Buffon, Kant et Laplace. Elle nous frappe encore aujourd'hui avec la même force, malgré certaines difficultés de détail qui ne sont pas encore expliquées. Comme nous n'avons pas assisté personnellement à la création du monde, l'observation directe ne peut pas s'y appliquer, et nous ne pouvons nous en former une idée qu'en ayant recours à la méthode d'induction. Eh bien ! l'hypothèse la plus probable, la théorie la plus scientifique, est celle qui nous présente le Soleil comme une nébuleuse condensée, qui remonte à l'époque inconnue où cette nébuleuse occupait tout l'emplacement actuel du système solaire et plus encore, immense lentille de gaz tournant lentement sur elle-même, et ayant sa circonférence extérieure dans la zone marquée par l'orbite de Neptune..., plus loin encore si, comme il est probable, Neptune ne forme pas la véritable limite du système.

Imaginons donc une immense masse gazeuse placée dans l'espace. L'attraction est une force inhérente à tout atome de matière. La région de cette masse qui se trouvera la plus dense attirera insensiblement vers elle les autres parties, et dans la chute lente des parties les plus lointaines vers cette région plus attractive, un mouvement général se produit, incomplètement dirigé vers ce centre, et entraînant bientôt toute la masse dans un même mouvement de rotation. La forme naturelle est la forme sphérique ; c'est celle que prend une goutte d'eau, une goutte de mercure livrée à elle-même.

Les lois de la mécanique démontrent qu'en se condensant et en se rapetissant, le mouvement de rotation delà nébuleuse s'est accéléré. En tournant, elle s'aplatit aux polos et prend la forme d'une énorme lentille de gaz. Il a pu arriver qu'elle tournât assez vite pour développer sur cette circonférence extérieure une force centrifuge supérieure à l'attraction générale de la masse, comme lorqu'on fait tourner une fronde ; la conséquence inévitable de cet excès est une rupture d'équilibre qui détache un anneau extérieur. Cet anneau gazeux continuera de tourner dans le même temps et avec la même vitesse; mais la nébuleuse mère en sera désormais détachée et continuera de subir sa condensation progressive et son accélération de mouvement. Le même fait se reproduira autant de fois que la vitesse de rotation aura dépassé celle à laquelle la force centrifuge reste inférieure à l'attraction.

Le télescope nous montre dans les profondeurs des cieux des nébuleuses dont les formes correspondent à ces transformations. Telles sont, entre autres, les trois que nous reproduisons ici. La première *(fig,* 38) setrouve dans la constellation des Chiens de chasse et donne l'exemple d'une condensation centrale commençant un foyer solaire au centre d'une nébuleuse sphérique ou lenticulaire; la seconde se trouve dans le Verseau et présente une sphère entourée d'un anneau vu par la tranche, rappelant singulièrement la formation d'un monde tel que Saturne; la troisième appartient à la constellation de Pégase, et se fait



F ig. 38. — Nébuleuse. Condensation primordiale



Fig. 39. — Nébuleuse. Type du monde en création

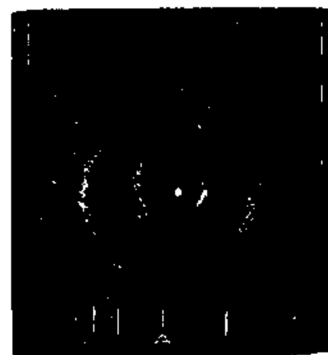


Fig. 40 – Nébuleuse. Vestiges d'anneaux détachés.

remarquer par des zones déjà détachées du noyau central, véritable soleil entouré de spirales gazeuses. Nous en verrons d'autres plus tard, non moins remarquables. L'analyse spectrale constate que ces nébuleuses ne sont pas formées d'étoiles rapprochées, comme le croyaient encore Arago et Babinet, mais véritablement de gaz, dans lesquels dominent l'azote et l'hydrogène.

Dans notre système, les anneaux de Saturne subsistent encore.

La formation successive des planètes, leur situation vers le plan de l'équatcur solaire et leurs mouvements de translation autour du même centre s'expliquent dans la théorie que nous exposons. La plus lointaine planète connue, Neptune, se serait détachée de la nébuleuse à l'époque où cette nébuleuse s'étendait jusqu'à elle, jusqu'à un milliard de lieues, et tournait en une lente rotation demandant une durée de 165 ans pour s'accomplir. L'anneau originaire ne pourrait demeurer à l'état d'anneau que s'il était parfaitement homogène et régulier; mais une telle condition est pour ainsi dire irréalisable, et il ne tarde pas à se condenser lui-même en une sphère. Successivement, Uranus, Saturne, Jupiter, l'armée des petites planètes, Mars,se seraient ainsi détachés. Ensuite ce fut la Terre, dont la naissance remonte à l'époque où le Soleil arrivait jusqu'ici et tournait sur lui-même en 365 jours. Vénus et Mercure seraient nés plus tard. Le Soleil donnera-t-il encore naissance à un nouveau monde? Ce n'est pas probable. Il faudrait pour cela que son mouvement de rotation lut énormément accéléré, et fût 219 fois plus rapide.

La Lune se serait ainsi formée, aux dépens de l'équateur terrestre,

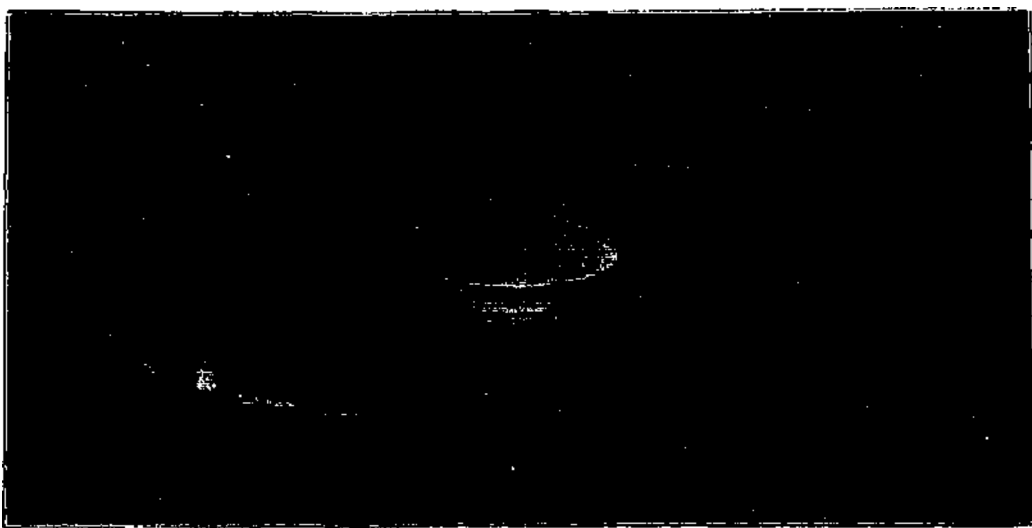


Fig. 41. — Théorie de la formation des mondes. La naissance de **la Terre.**

lorsque la Terre encore nébuleuse s'étendait jusqu'à son orbite et tournait sur elle-même en 27 jours 7 heures.

La densité relative des mondes corrobore cette théorie. La Lune, formée pour ainsi dire des matières surnageantes de la nébuleuse terrestre, est beaucoup plus légère que la Terre. Les planètes supé-

rieures, Neptune, Uranus, Saturne et Jupiter, sont beaucoup moins denses que les planètes inférieures, Mars, la Terre, Vénus et Mercure. De plus, on trouve dans la composition chimique des différents mondes, et même dans celle des comètes, des étoiles filantes et des aérolithes, les mêmes matériaux qui composent la Terre, et qui existent aussi, à l'état gazeux, dans le Soleil.

Ainsi s'est formée la Terre par la condensation lente d'un anneau gazeux détaché du Soleil (voy. 41), celui-ci continuant ensuite de se resserrer, de se condenser, pour donner naissance plus tard à Vénus et à Mercure. La nébuleuse terrestre eut dès lors son existence indépendante. Kilo arriva lentement à former un immense globe gazeux tournant sur lui-même. Ainsi condensée, échauffée par le choc infinitésimal et constant de tous les matériaux qui la composent, la Terre naissante brilla d'une faible lueur au milieu de la sombre nuit de l'espace.

COSMOGONIE

De gazeuse elle est devenue liquide, puis solide, et sans doute continue t-elle de se refroidir et de se resserrer encore actuellement. Mais sa masse augmente de siècle en siècle par les aérolithes et les étoiles filantes qui tombent incessamment sur elle (dos centaines de milliards par an).

Ce ne sont plus des années ni des siècles qu'il faut énumérer pour définir le temps incommensurable que la nature a dû employer dans l'élaboration de la genèse du système du monde. Les millions ajoutés aux millions marquent à peine les secondes de l'horloge éternelle. Mais notre esprit, qui embrasse le temps comme l'espace, voit désormais naître les mondes, il les voit briller d'abord d'une faible lueur nébuleuse, resplendir ensuite comme des soleils, se refroidir, se couvrir de taches, puis d'une croûte solide, subir des bouleversements et des cataclysmes formidables par les éboulements fréquents de la croûte dans la fournaise, se marquer de cicatrices nombreuses, s'affermir lentement en se refroidissant, recevoir désormais extérieurement du Soleil la chaleur et la lumière, se peupler d'êtres vivants, devenir le siège des humanités laborieuses qui, à leur tour, vont en transformer la surface, et, après avoir servi d'habitacles à la vie supérieure et à la pensée, perdre lentement leur fécondité, s'user insensiblement comme l'être vivant lui-môme, arriver à la vieillesse, à la décrépitude, à la mort, et rouler désormais comme des tombeaux ambulants dans les déserts silencieux de la nuit éternelle.

Métamorphose séculaire des mondes et des êtres! Combien de fois la face de la Terre n'a-t-elle pas été renouvelée depuis l'époque lointaine de son ardente genèse aux frontières équatoriales de la nébuleuse solaire! Depuis combien de siècles tourne-t-elle autour du Soleil? Depuis combien de siècles le Soleil brille-t-il lui-même? Dans l'hypothèse que la matière nébuleuse ait été dans l'origine d'une ténuité extrême, on a calculé la quantité de chaleur qui a pu être engendrée par la chute de toutes ces molécules vers le centre, par la condensation à laquelle on doit la naissance du système solaire. En supposant que la chaleur spécifique de la masse condensante ait été celle de l'eau, la chaleur delà condensation aurait suffi à produire une élévation de température de 28 *millions de degrés centigrades* (Helmholtz et Tyndall). On sait depuis longtemps que la chaleur n'est qu'un mode de mouvement : c'est un

mouvement vibratoire infinitésimal des atomes; on peut aujourd'hui convertir à volonté tout mouvement en chaleur et toute chaleur en mouvement.

THEORIE DE LA FORMATION DES MONDES

Le mouvement de condensation a suffi, et bien au delà, pour produire la température actuelle du Soleil, et la température originaire de toutes les planètes. Si cet astre brillant continue à se condenser, comme il est probable, une condensation qui raccourcirait sou diamètre de 1/2000 de sa longueur actuelle engendrerait une quantité de chaleur sui'iisante pour couvrir la perte de l'émission pendant 2000 ans. Au degré actuel de l'émission, la chaleur solaire produite par la condensation antérieure de sa masse durerait encore *vingt millions d'années,* La longueur du temps exigé par la condensation qu'a dû subir la nébuleuse primitive pour arriver à constituer notre système planétaire défie entièrement notre imagination. La compter par milliards de siècles ne serait pas exagéré. Les expériences de Bischof sur le basalte semblent prouver que, pour passer de l'état liquide à l'état solide, pour se refroidir de 2000 degrés à 200, notre globe a eu besoin de 350 millions d'années. Il y avait bien d'autres millions de siècles que le Soleil existait ! Qu'est-ce que ton le l'histoire de l'humanité devant de pareilles périodes? Une vague sur l'océan.

Pendant des milliers de siècles, le globe terrestre roula dans l'espace à l'état d'immense laboratoire chimique. Un déluge perpétuel d'eau bouillante tombait des nues sur le sol brûlant, et remontait en vapeur dans l'atmosphère pour retomber encore. Lorsque la température devint inférieure à celle de l'eau bouillante, la vapeur d'eau se liquéfia et se précipita. Au milieu de ces épouvantables tourmentes, la croûte terrestre, brisée mille fois par les convulsions du feu central, vomissait des flammes et se resoudait, des volcans faisaient émerger leurs boursouflures au-dessus du niveau des mers chaudes, et les premières iles apparaissaient. Les premières combinaisons semi-fluides du carbone formèrent les premiers essais rudimentaires de la vie, substance qui mérite à peine le nom d'organique, qui n'est déjà plus simplement minérale, et n'est encore ni végétale ni animale. Les plan tes primitives, les algues, qui flottent inertes dans le milieu océanique, turent déjà un progrès. Les animaux primitifs, les zoophytes, les mollusques élémentaires, les coraux, les méduses, furent, eux aussi, un progros. Insensiblement, de siècle en siècle, la planète perdit sa rudesse, les conditions de la vie se perfectionnèrent, les êtres se multiplièrent en se différenciant de la

souche primitive et en gagnant des organes, d'abord obtus et rudimcntaires, ensuite développés et perfectionnés.

LES PREMIERS AGES DE LA TERRE

L'âge primordial, pendant lequel la vie naissante n'était représentée que par des algues, des crustacés, et des vertébrés encore dépourvus de tête, parait avoir occupé à lui seul les 53 centièmes du temps qui s'est écoulé depuis l'époque à laquelle la Terre est devenue habitable.

La période primaire, qui lui succéda, a pour type rétablissement de la végétation houillère et du règne des poissons, et parait avoir occupé les 31 centièmes suivants.

La période secondaire, pendant laquelle les splendides végétaux conifères dominèrent le monde végétal, tandis que les énormes reptiles sauriens dominaient le monde animal, a duré les 12 centièmes suivants. La Terre étaitalors peuplée d'êtres fantastiques,se livrant de perpétuels combats au milieu des éléments indomptés.

Ainsi, voilà, d'après l'épaisseur comparée des terrains qui se sont déposés pendant ces époques successives, voilà, dis-je, *las* 00 centièmes du temps écoulé occupés par une nature vivante absolument différente de celle qui embellit aujourd'hui notre globe, nature relativement formidable et grossière, aussi distincte de celle que nous connaissons que celle d'un autre monde. Qui eût alors osé soulever le voile mystérieux de l'avenir et deviner l'époque future inconnue où l'homme devait apparaître sur la planète de nouveau transformée?

La période tertiaire, pendant laquelle on voit seulement arriver les mammifères et les espèces animales qui offrent plus ou moins de rapports physiques avec l'espèce humaine, vint ensuite recueillir l'héritage de ces âges primitifs et se substituer à la période précédente. Sa durée ne s'est même pas élevée aux 3 centièmes de la durée totale.

Enfin, l'âge quaternaire a vu la naissance de l'espèce humaine et des arbres cultivés. Il ne représente pas 1 centième de l'échelle des temps.

Combien ces contemplations grandioses n agrandissent-elles pas les idées que nous nous formons habituellement sur la nature! Nous nous imaginons remonter bien haut dans le passé en contemplant les vieilles pyramides encore debout dans les plaines de l'Egypte, les obélisques gravés d'hiéroglyphes mystérieux, les temples muets de l'Assyrie, les antiques pagodes de l'Inde, les idoles du Mexique et du Pérou, les traditions séculaires de l'Asie et des Aryas nos



La Terre était alors peuplées d'êtres fantastiques, se livrant de perpétuels combats au milieu des éléments indomptés

aïeux, les instruments du temps de l'âge de pierre, les armes de silex taillés, les llèches, les lances, les couteaux, les racloirs, les

pierres de fronde de notre barbarie primitive..., nous osons à pcincpaiierdc dix mille ans, de vingt mille ans!

Mais, lors même que nous admettrions cent mille années d'âge à notre espèce, si lentement progressive, que serait-ce encore à côté de l'amoncellement fabuleux des siècles qui nous oui précédés dans l'histoire de la planète!

En n'accordant que cent mille ans à l'âge quaternaire, âge de la nature actuelle, on voit que la période tertiaire aurait régné pendant trois cent mille ans auparavant, la période secondaire pendant douze cent mille ans, la période primaire pendant près de trois millions, et ht période primordiale pendant plus de cinq millions d'aimées. Total : dix millions d'années ! Et qu'est-ce encore que cette histoire de la vie comparée à l'histoire totale du globe, puisqu'il a fallu plus de trois cent millions d'années pour rendre la 'Ferre solide en abaissant à 200 degrés sa température extérieure? Et combien de millions ne faudrait-il pas encore ajouter pour représenter le temps qui s'est écoulé entre cette température de 200° et celle de 70°, maximum probable de la possibilité de la vie organique.

L'étude des mondes nous ouvre dans l'ordre des temps des horizons aussi immenses que ceux qu'elle nous ouvre dans l'ordre de l'espace. Elle nous fait sentir l'éternité comme elle nous fait sentir l'infini....

Nous admirons tous aujourd'hui les beautés de la nature terrestre, les collines verdoyantes, les prairies parfumées, les ruisseaux gazouillants, les bois aux ombres mystérieuses, les bosquets animés d'oiseaux chanteurs, les montagnes couronnées de glaciers, l'immensité des mers, les chauds couchers de soleil dans les nuages bordés d'or et d'écarlate, et les sublimes levers de soleil au sommet des montagnes colorées, lorsque les premiers rayons du matin frissonnent dans les vapeurs grises de la plaine. Nous admirons les œuvres humaines qui couronnent aujourd'hui celles de la nature, les hardis viaducs jetés d'une montagne à l'autre, sur lesquels court la vapeur; les navires, édifices merveilleux qui traversent l'océan; les villes brillantes et animées; les palais et les temples; les bibliothèques, musées de l'esprit; les arts de la sculpture et de la peinture, qui idéalisent le réel; les inspirations musicales, qui nous fout oublier la vulgarité des choses; les travaux du génie intellectuel, qui scrute les mystères des inondes et nous transporte dans l'infini; et nous vivons avec bonheur au milieu de cette vie si

radieuse, dont nous faisons nous-mêmes partie intégrante. Mais toute cette beauté, toutes ces Heurs et tous ces fruits passeront.

La Terre est née. Elle mourra.

Elle mourra, soit de vieillesse, lorsque ses élémenls vitaux seront usés, soit par l'extinction du Soleil, aux rayons duquel sa vie est suspendue.

Elle pourrait aussi mourir d'accident, par le choc d'un corps céleste qui la rencontrerait sur sa route, mais cette fin du monde est la plus improbable de toutes.

Ellle peut, disons-nous, mourir de mort naturelle, par l'absorption lente de ses éléments vitaux. En effet, il est probable, que l'eau et l'air diminuent. L'océan comme l'atmosphère paraissent avoir été autrefois beaucoup plus considérables que de nos jours. L'écorce terrestre est pénétrée par les eaux qui se combinent chimiquement aux roches. Il est presque certain que la température de l'intérieur du globe atteint celle de beau bouillante, à dix kilomètres de profondeur, et empêche l'eau de descendre plus bas ; mais l'absorption se continuera avec le refroidissement du globe(1). L'oxygène, l'azote et l'acide carbonique, qui composent notre atmosphère, paraissent subir aussi une absorption lente. Le penseur peut prévoir, à travers la brume des siècles à venir, l'époque encore très lointaine où la Terre, dépourvue de la vapeur d'eau atmosphérique qui la protège contre le froid glacial de l'espace en concentrant autour d'elle les rayons solaires, comme dans une serre chaude, se refroidira du sommeil de la mort. Du sommet des montagnes, le linceul des neiges descendra sur les hauts plateaux et les vallées, chassant devant lui la vie et la civilisation, et masquant pour toujours les villes et les nations qu'il rencontrera sur son passage. La vie et l'activité humaines se resserreront insensiblement vers la zone intertropicale. Saint-Pétersbourg, Berlin, Londres, Paris, Vienne, Constantinople, Rome, s'endormiront successivement sous leur suaire éternel. Pendant bien des siècles, l'humanité équatoriale entreprendra vainement des expéditions arctiques pour retrouver sous les glaces la place de Paris, de Lyon, de Bordeaux, de Marseille. Les rivages des mers auront changé, et la carte géographique de la Terre sera transformée. On ne vivra plus, on ne respirera plus, que dans la zone équatoriale, jusqu'au jour où la dernière tribu viendra s'asseoir, déjà morte de froid et de faim, sur le rivage de la dernière mer, aux rayons d'un pâle, soleil, qui n'éclairera désormais ici-bas qu'un tombeau ambulant tournant

autour d'une lumière inutile et d'une chaleur inféconde. Surprise par le froid, la dernière famille humaine a été touchée du doigt de la Mort, et bientôt ses ossements seront ensevelis sous le suaire des glaces éternelles.

(1) Notre voisine la Lune, plus jeune que la Terre puisqu'elle est sa fille, mais plus petite, plus légère et plus faible, a déjà perdu la plus grande partie de ses liquides et de ses gaz, car les innombrables cratères qui la criblent de leurs gueules béantes n'ont pu vomir leurs entrailles embrasées au milieu des tourmentes spasmodiques qui l'agitaient qu'a une époque où l'atmosphère lunaire devait *être* incomparablement plus épaisse qu'aujourd'hui. Peut-être assistons-nous d'ici, sans nous en douter, a l'agonie des dernières tribus de l'humanité lunaire, luttant contre l'envahissement *du* froid et de la mort. Ah! si ces voisins du ciel pouvaient nous parler télégraphiquemont et nous raconter leur histoire!

La planète Mars, antérieure à la Terre et plus petite, paraît aussi plus avancée que lions, car ses mers n'occupent pas comme les noires les trois quarts du globe, et elles sont resserrées en des méditerranées longues et étroites. Sans doute l'humanité martiale est-elle actuellement parvenue a son apogée, tandis que nous sommes à peine sortis de l'état d'enfance et de barbarie.



Surpise par le froid, la dernière famille humaine a été touché du doigt et de la mort et bientôt ces ossements seront ensevellis sous le suaire des glaces éternelles.

LA FIN DU MONDE

L'historien de la nature pourrait écrire dans l'avenir : Ci-gît l'humanité tout entière d'un inonde qui a vécu ! Ci-gisent tous les rêves de l'ambition, toutes les complètes de la gloire guerrière, toutes les a lia ires retentissantes de la (inauce, tous les systèmes d'une science imparfaite, et aussi tous les serments des mortelles amours ! Ci-gisent toutes les beautés de la Terre.... Mais mille pierre mortuaire ne marquera la place où la pauvre planète aura rendu le dernier soupir.

Mais peut-être la Terre vivra-t-clle assez longtemps pour ne mourir qu'à l'extinction du Soleil. Notre sort serait toujours le même, à la vérité (ce serait toujours la mort par le froid) ; mais il serait retardé à une plus longue échéance. Dans le premier cas, la nature nous réserve certainement encore quelques millions d'années d'existence; dans le second, c'est par millions de siècles qu'il faut dénombrer les stades île l'avenir.... L'humanité sera transformée, physiquement et moralement, longtemps avant d'atteindre son apogée, long-temps avant de décroître.

Le Soleil s'éteindra. Il perd constamment une partie de sa chaleur, car l'énergie qu'il dépense dans son rayonnement est pour ainsi dire inimaginable. La chaleur émise par cet astre ferait bouillir par heure 2900millions de myriamètres cubes d'eau à la température de la glace ! Presque toute cette chaleur se perd dans l'espace. La quantité que les planètes arrêtent au passage et utilisent pour leur vie est insi-gniiiante relativement à la quantité perdue.

Si le Soleil se condense encore actuellement avec une vitesse suffisante pour compenser une pareille perte, ou si la pluie d'aérolithes qui doit incessamment tomber à. sa surface est suffisante pour compléter la différence, cet astre ne se refroidit pas encore ; mais, dans le cas contraire, sa période de refroidissement est déjà commencée. C'est ce qui est le plus probable, car les taches qui le recouvrent périodiquement ne peuvent guère être considérées que comme une manifestation du refroidissement. Le jour viendra où ces taches seront beaucoup plus nombreuses que de nos jours, et où elles commenceront à masquer une partie notable du globe solaire. De siècle en siècle, l'obscurcissement augmentera graduellement, mais non pas régulièrement, car les premiers fragments de croûte qui recouvrirent la surface

liquide incandescente ne tarderont pas à s'eilondrer, pour être remplacés par de nouvelles formations. Les siècles futurs verront le Soleil s'éteindre et se rallumer, jusqu'au jour lointain où le refroidissement envahira définitivement la surface entière, où les derniers layons intermittents et blafards s'évanouiront pour toujours, où l'énorme boulot rouge s'assombrira pour ne plus jamais revenir égayer la nature du doux bienfait de la lumière. C'est la lin des temps chantée un instant sur sa lyre légère par le chantre de Rolla :

Le néant! lo néant! Vois-tu son ombre immense Qui ronge le Soleil sur son axe enllammé? L'ombre gagne et s'étend... l'éternité commence!

Déjà nous avons vu dans le ciel vingt-cinq étoiles étinceler d'une lueur spasmodique et retomber dans une extinction voisine de la mort ; déjà des étoiles brillantes saluées par nos pères ont disparu des cartes du ciel ; le Soleil n'est qu'une étoile; il subira le sort de ses sœurs; les soleils, comme les inondes, ne naissent que pour mourir, et dans rétcrnité leur longue carrière n'aura duré, elle aussi, que « l'espace d'un matin ».

Alors le Soleil, astre obscur, mais encore chaud, électrique, et sans doute vaguement éclairé des clartés ondoyantes de l'aurore magnétique, sera un monde immense, habité par des êtres étranges, Autour de lui continueront de tourner les tombes planétaires, jusqu'au jour où la république solaire sera tout entière rayée du livre de vie et disparaîtra pour laisser la place à d'autres systèmes de mondes, à d'autres soleils, à d'autres terres, à d'autres humanités, à d'autres âmes, — nos successeurs dans l'histoire universelle et éternelle.

Telles sont les destinées de la Terre et de tous les mondes. Faut-il en conclure que, dans ces fins successives, l'univers ne sera plus un jour qu'un immense et noir tombeau? Non : autrement, depuis l'éternité passée, il le serait déjà. Dieu a dû créer dès le premier instant de son existence, c'est-à-dire éternellement; et il ne cessera pas de créer mondes et êtres; autrement dit, les forces de la nature ne peuvent pas rester inactives. Les astres ressusciteront de leurs cendres. La rencontre des débris antiques fait jaillir de nouvelles flammes, et la transformation du mouvement en chaleur recrée des nébuleuses et des mondes. La Mort universelle ne régnera jamais.